

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

**EVALUACION DE TRES METODOS DE RIEGO POR SUPERFICIE DURANTE
LA ETAPA DE ELONGACION DE LA CAÑA DE AZUCAR (Saccharum sp.) BAJO
CONDICIONES DE TIQUISATE, ESCUINTLA.**

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

NELSON RAFAEL MADRIGALES BARRIOS

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO**

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1999

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

ING. AGR. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Walatern Estuardo García Tello
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. William Roberto Escobar López
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa
VOCAL CUARTO:	Prof. Jacobo Bolvito Ramos
VOCAL QUINTO:	Br. José Domingo Mendoza Cipriano
SECRETARIO:	Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada

Guatemala
Octubre de 1,999

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

Respetable señores:

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 METODOS DE RIEGO POR SUPERFICIE DURANTE LA ETAPA DE ELONGACION DE LA CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum sp.*) BAJO CONDICIONES DE TIQUISATE, ESCUINTLA.

Trabajo que presento como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

A espera de una resolución favorable me suscribo de ustedes.


Nelson Rafael Madrigales Barrios

ACTO QUE DEDICO

A

- Dios:** Ser supremo que ilumina mi sendero y fortalece mis debilidades
- Mis Padres :** Orlando Madrigales Avila
Maria Angelina Barrios de Madrigales
Como triunfo alcanzado al patrimonio heredado.
- Mi Esposa:** Brenda Xiomara Ochoa de Madrigales
Por su ayuda idónea para poder alcanzar esta meta
- Mi Hijo:** Nelson Rafael Madrigales Ochoa
Por llenar de felicidad mi vida.
- Mis Hermanos:** Mainor Orlando Madrigales Barrios
Sergio Alfredo Madrigales Barrios
Diano Enoe Madrigales Barrios
Por el apoyo incondicional que me dieron
- Mis Sobrinos:** Mirlet Sulemy Madrigales Palencia
Bryan Sergio Daniel Madrigales Guillen
Crisla Maytte Madrigales Palencia
Con cariño.
- Mi Familia:** En general

TESIS QUE DEDICO

A

Dios: Quién da el conocimiento y la sabiduría.

Mi Facultad: Por darme el conocimiento de las ciencias agrícolas.

La Universidad de San Carlos de Guatemala:

Alma mater que me albergara en sus aulas universitarias.

La Junta Directiva de la F.A.U.S.A.C.:

Por su irrestricto apoyo al estudiante.

Mis Asesores de Tesis: **Ing. Agr. Víctor Cabrera Cruz**
Ing. Agr. David H. Juárez Quim
Por su valiosa asesoría y apoyo durante la
realización de la presente tesis.

INDICE

PAGINA

1. INTRODUCCION	1
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	4
3.1. MARCO CONCEPTUAL	4
3.1.1. Importancia del riego	4
3.1.2. Importancia del riego en caña de azúcar	4
3.1.3. Riego en caña de azúcar	5
3.1.4. Riego por surcos	5
3.1.5. Riego por surco alterno	5
3.1.6. Riego por surco alterno alterno	6
3.1.7. Etapas de desarrollo de la caña de azúcar y su relación con el riego	6
3.1.8. Morfología de la caña de azúcar	7
3.1.8.1. El sistema radical	7
3.1.8.2. El tallo	8
3.1.8.3. Nudo	9
3.1.8.4. Entrenudo	9
3.1.8.5. La hoja	10
3.1.8.6. Lamina foliar	10
3.2. MARCO REFERENCIAL	11
3.2.1. Variedad cp-722086	11
3.2.2. Ubicación y descripción del área experimental	11
3.2.3. Características del cultivo	12
4. OBJETIVOS	13
5. HIPOTESIS	14
6. METODOLOGIA	15
6.1 Propiedades físicas y químicas del suelo del área experimental	15
6.2. Descripción de los tratamientos	16
6.3. Diseño del experimento	16
6.4. Tamaño de la unidad experimental	17
6.5. Determinación de los parámetros de riego aplicado	17
6.5.1. Tiempo de riego	17
6.5.2. Lamina de riego	17
6.5.3. Volumen de agua aplicado	18
6.6. Riego	18
6.7. Variables respuestas	19
6.7.1. Altura de plantas	19
6.7.2. Población	19
6.7.3. Longitud y diámetro del entrenudo central	19

	PAGINA
6.7.4. Rendimiento en libras de azúcar por tonelada métrica de de caña	20
6.7.5. Producción en toneladas de caña por hectárea	20
6.8 Análisis de la información	20
7. RESULTADOS Y DISCUSION	21
7.1. Balance Hídrico	21
7.2. Parámetros el riego aplicados	23
7.2.1. Tiempo de riego	23
7.2.2. Lamina de riego	23
7.2.3. Volumen de agua	24
7.3. Variables de Respuesta	24
7.3.1. Altura	24
7.3.2. Población	26
7.3.3. Longitud y diámetro del entrenudo central del tallo	28
7.3.4. Producción	31
8. CONCLUSIONES	34
9. RECOMENDACIONES	36
10. BIBLIOGRAFIA	37
11. APENDICE	38

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 : Propiedades químicas del suelo del área experimental	15
Cuadro 2 : Propiedades químicas del suelo del área experimental	15
Cuadro 3 : Propiedades físicas del suelo del área experimental	15
Cuadro 4 : Tratamientos evaluados durante la investigación	16
Cuadro 5 : Requerimientos de riego	22
Cuadro 6 : Altura de plantas resumen del análisis de varianza	24
Cuadro 7 : Resumen de análisis de varianza y medias de población	27
Cuadro 8 : Resumen del análisis de varianza para el diámetro del entrenudo central del tallo	28
Cuadro 9 : Resumen del análisis de varianza para la longitud del entrenudo central del tallo	28
Cuadro 10 : Resumen del análisis de varianza para el número de entrenudos del tallo	29
Cuadro 11 : Resumen de análisis de varianza para la variable producción de los tratamientos evaluados	31
Cuadro 12 A : Prueba de TUKEY para la variable altura de plantas	39
Cuadro 13 A : Prueba de TUKEY para la variable rendimiento de azúcar	40

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 : Comportamiento de la precipitación pluvial durante la investigación	22
FIGURA 2 : Altura de plantas en cm. de los tratamientos evaluados	26
FIGURA 3 : Tasa de crecimiento longitudinal	27
FIGURA 4 : Comportamiento de la población	29
FIGURA 5 : Diámetro central del tallo	30
FIGURA 6 : Longitud del entrenudo central del tallo	31
FIGURA 7 : Numero de entrenudos del tallo	31
FIGURA 8 : Producción en toneladas de caña por hectárea	33
FIGURA 9 : Producción en libras de azúcar por tonelada métrica de caña	33



EVALUACION DE TRES METODOS DE RIEGO POR SUPERFICIE DURANTE LA ETAPA DE ELONGACION DE LA CAÑA DE AZUCAR (Saccharum sp.) BAJO CONDICIONES DE TIQUISATE, ESCUINTLA.

EVALUATION OF THREE SURFACE IRRIGATION METHODS DURING THE ELONGATION PHASE OF SUGARCANE (Saccharum sp.) UNDER CONDITIONS OF TIQUISATE, ESCUINTLA.

RESUMEN

En la zona cañera de Guatemala generalmente se utilizan dos métodos de riego; por aspersión y por superficie. En la actualidad el riego por superficie convencional que se practica en la zona cañera consiste básicamente en introducir el agua a la parcela sin tener en cuenta la eficiencia del uso del agua en cada riego por unidad de área, generalmente se utilizan grandes caudales provocando erosión del suelo, y muchas veces inundaciones parciales y/o totales de los terrenos conllevando a una ineficiencia en el uso del agua que es limitante en la zona cañera. Una alternativa para mejorar la eficiencia del uso del agua de riego es el método de riego por superficie denominado surco-alterno, el cual consiste básicamente en introducir el agua en los entresurcos, dejando uno en el medio sin regar. El objetivo principal de la presente investigación, fue evaluar comparativamente los efectos de los métodos de riego por superficie; Convencional, Surco Alterno, y Surco Alterno Alterno, durante la fase de elongación del cultivo, sobre la producción de azúcar/ton. Métrica de caña y toneladas de caña por hectárea, y sobre los índices de crecimiento (Altura, Población, Diámetro y Longitud del entrenudo central y número de entrenudos del tallo). Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones y submuestreo, el área experimental se localizó en la finca Peten Tiquisate Escuintla, en un lote semi-comercial de caña de azúcar ya establecida. Los resultados encontrados en cuanto a variables respuestas fueron los siguientes: Para la altura de planta, población, diámetro y longitud del entrenudo central del tallo y número de tallo, no existió diferencia estadística significativa entre los tres tratamientos con riego (surco alterno, surco alterno-alterno y convencional).

Esto significa que el método de riego por superficie surco alterno y/o surco alterno-alterno proporcionan la humedad necesaria para que la caña de azúcar no disminuya su desarrollo durante la etapa de elongación o de rápido crecimiento, ya que las plantas bajo riego surco alterno y/o surco alterno-alterno se desarrollaron de una manera similar a las plantas que se encontraban bajo riego convencional. Con respecto a la variable producción en toneladas de caña por ha. y lbs azúcar/ton. métrica de caña/ha. no existió diferencias significativas entre los tratamientos, surco alterno, surco alterno alterno y el método convencional, esto pone de manifiesto que el uso de los métodos surco alterno y surco alterno alterno no disminuyen significativamente la producción de caña de azúcar. Se recomienda hacer uso del método de riego por superficie denominado surco alterno y/o alterno alterno en plantaciones de caña de azúcar que presenten condiciones similares a las del área experimental donde se llevó a cabo esta investigación.

1. INTRODUCCION

El riego en la caña de azúcar *Saccharum* sp. es uno de los factores esenciales para alcanzar buenos rendimientos en toneladas de caña por unidad de área y azúcar por tonelada de caña, y otros beneficios más. Según CENGICAÑA (1998), se cultivaron en 1996 170,000 ha. de caña de azúcar de las cuales el 55% aproximadamente, fue manejada por los ingenios azucareros. Además, se estimó el área bajo riego en un 55 % del área administrada por los ingenios, equivalente a 51,425 ha. bajo riego, sin incluir las áreas regadas por cañeros particulares. Las cifras anteriores ubican a la caña de azúcar como una de las explotaciones agrícolas bajo riego más importantes del país. Los métodos de riego mayormente usados, en la caña de azúcar son el de aspersión y el riego por superficie.

El riego por superficie convencional que se practica actualmente en la zona cañera presenta características tales como: no existe hidrometría básica, muchas veces el riego se convierte en una inundación debido a que no existe nivelación de tierras, por otra parte la utilización de grandes caudales en los entresurcos provoca erosión del suelo. Por tales razones el riego convencional que se practica en la actualidad presenta una baja eficiencia en el uso del agua y el rendimiento de la mano de obra. Una alternativa con bastante aceptación para mejorar la eficiencia del riego por superficie que se practica en la actualidad, es el sistema de riego por surco alterno.

Se ha demostrado en Colombia (Torres, 1992) que al regar por este sistema las producciones de caña y azúcar son equivalentes a las obtenidas con el sistema convencional. Los volúmenes de aplicación se pueden bajar de 1,600 m³/ha. a 800-1,000 m³/ha., el rendimiento del regador aumenta de 1.3 a 2.3 hectáreas/hombre/día en promedio. Lo anterior significa una disminución del 35% en el costo total de riego por ha. (8)

El objetivo principal de la presente investigación fue comparar los métodos de riego por superficie: Convencional, surco alterno y surco alterno-alterno, sobre la producción de caña por ha. la producción de azúcar en ton/ha. y los parámetros de desarrollo del cultivo, durante la etapa de elongación de la caña de azúcar.

La investigación se llevó a cabo en la Finca Peten, del Ingenio Madre Tierra, ubicada en el municipio de Tiquisate, Escuintla, con la cooperación del área de suelo y agua de CENGICANA. Se utilizó un diseño experimental con bloques al azar con sub-muestreo y cuatro repeticiones, las dimensiones del área experimental fueron las de un lote comercial de la finca.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El riego por superficie convencional que se practica en la zona cañera en la actualidad contempla un área de 28,960 hectáreas (CENGICAÑA 1998), este consiste básicamente en introducir el agua en el entresurco muchas veces por falta de nivelación del terreno, no se realiza con eficiencia el control del curso del agua, provocando con esto inundaciones del terreno ya sea parciales o totales, esto representa la utilización de grandes caudales de agua los cuales provocan erosión del suelo. Por tales razones el riego por superficie convencional que se practica en la actualidad en la zona cañera presenta bajas eficiencias en el uso del agua de riego, y en el rendimiento de la mano de obra.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1. Importancia del riego:

El desarrollo económico y social de un país depende en gran medida de sus posibilidades para lograr una producción del sector agrícola acorde a sus necesidades de alimento, y además, tener un excedente para exportar a otros países y servir de base a un desarrollo industrial. Los programas nacionales de desarrollo en la actualidad, deben considerar dentro del sector agrícola, nuevas áreas de cultivo e intensificar el uso de aquellas tierras que han dependido del régimen de lluvias. La utilización adecuada del recurso agua con fines de riego tiene impacto significativo en la economía del país. (8)

3.1.2. Importancia del riego en caña de azúcar.

Flores (6), apunta que "el agua es la sangre de la agricultura", lógicamente esto incluye al cultivo de la caña de azúcar y esto se refleja en los resultados de los rendimientos obtenidos por unidad de area en las fincas que disponen de agua para riego. La caña es tolerante a la sequía, sin embargo existe un límite en que la sequía es, demasiada y la planta comienza a secarse, lógicamente esta es mas grave en suelos de textura arenosa, y aquellos suelos que no retienen humedad. (6).

Esta situación trae muchos efectos negativos ya que se hace necesario cosechar mucha caña que no llega a su total crecimiento, y se tiene aun el riego de que luego del corte mueran muchas cepas o retoño que no logren emerger, reduciéndose la población de la próxima soca¹. (6).

¹ caña soca: plantación de caña de azúcar que ya ha sido cosechada una o más veces.

En general, algunos de los campos cañeros se ven abastecidos de agua únicamente en los meses de lluvia, siendo estas en algunas ocasiones desuniformes, ocurriendo un retraso en el crecimiento de la caña durante este período. (6).

3.1.3. Riego en caña de azúcar.

El riego es una operación costosa, por lo que el mismo amerita estudios para establecer pautas científicas en cuanto al uso racional del agua. JUAREZ, (1998) define los siguientes beneficios o ventajas del riego en caña de azúcar:

- Incrementa el rendimiento y asegura la producción comercial del cultivo.
- El rebrote es más rápido, especialmente cuando se presenta un periodo seco después de la cosecha.
- Incrementa el número de socas en el cultivo.
- mejora la germinación en condiciones de labranza mínima y en suelos difíciles de cultivar.(9)

3.1.4. Riego por surcos.

Este método de riego consiste en dejar correr el agua por surcos paralelos colocados entre las líneas de cultivo. El agua procedente de una acequia de abastecimiento, entra en los surcos y a lo largo de su recorrido penetra en el suelo por infiltración vertical y lateral.(6).

3.1.5. Riego por surco alterno

El riego por surco alterno consiste en colocar el agua con un surco de promedio, esto quiere decir que el agua se coloca solamente en la mitad de los surcos dentro del terreno, lo cual implica que con la misma cantidad de agua que se utiliza para regar en forma convencional por surco continuo se puede cubrir aproximadamente un área dos veces mayor.

Para regar por surco alterno no se requiere ningún cambio en la infraestructura de riego, pues las condiciones del campo son iguales a las requeridas para regar por surco continuo. (10).

Las ventajas que posee este sistema, son principalmente el ahorro del agua de riego, se mejora la eficiencia del riego y la mano de obra, se reducen considerablemente los costos, otra ventaja que se aprecia con la utilización del riego por surco alterno se refiere a la eficiencia en el uso del agua disponible en las fuentes, la cual se aumenta con el uso de este sistema. (10).

3.1.6. Riego por surco alterno alterno.

Es similar al riego por surco alterno, con la única diferencia que cuando se proporciona el siguiente riego se hace sobre los surcos que supuestamente no se regaron en el riego anterior, y seguidamente se realiza igual que el método de surco alterno.

3.1.7. Etapas de desarrollo de la caña de azúcar y su relación con el riego.

Según JUAREZ, (1998) la caña de azúcar en Guatemala normalmente se cosecha a los 12 meses de edad. Las etapas de desarrollo que se manifiestan en la época seca y que son objeto de riego son fundamentalmente la de germinación y macollamiento y una gran fracción de la etapa de elongación en variedades tempranas, la germinación y macollamiento e inicios de la elongación en variedades intermedias y riego en etapa de formación de la cosecha o finales de la elongación en variedades tardías (riego precorte).

Los resultados obtenidos por JUAREZ (1998) indican respuestas no significativas a aplicaciones de riego en la etapa de macollamiento y una grande respuesta cuando tienen lugar las aplicaciones durante el crecimiento activo o elongación.

De acuerdo a los muestreos realizados por Juárez, la variable de desarrollo que es generalmente afectada por las aplicaciones de riego es la altura de planta la cual afecta a correlaciona en gran medida con el tonelaje final.

3.1.8. Morfología de la caña de azúcar

El conocimiento de la morfología de la planta permita diferenciar y reconocer las especies o variedades existentes. Este conocimiento es útil, ya que permite distinguir la constitución externa e interna de una especie y conocer cual de sus órganos tiene la mayor importancia económica. Las partes básicas de una planta que determinan su forma son: La raíz, el tallo, la hoja y la flor. Todas cumplen una función específica y están estrechamente relacionadas entre si. (3)

3.1.8.1. El sistema radical.

Constituye el anclaje de la planta y el medio para la absorción de nutrimentos y de agua del suelo. En el cultivo de la caña de azúcar esta formado por dos tipos de raíces.

Raíces de la estaca original o primordiales: Se originan a partir de la banda de primordio radicales, localizados en el anillo de crecimiento del trozo original (estaca) que se planta o siembra. Son delgados, muy ramificadas y su periodo de vida llega hasta el momento en que aparecen las raíces en los nuevos brotes o "chulquines", lo cual ocurre entre los 2 y 3 meses de edad. (3)

Raíces permanentes: Brotan de los anillos de crecimiento radical de los nuevos brotes, son numerosas, gruesas, de rápido crecimiento y su proliferación avanza con el desarrollo de la planta.

La cantidad, la longitud y la edad de las raíces permanentes dependen de las variedades; sin embargo existen factores ambientales como el tipo de suelo y la humedad que influyen en estas características. Por otra parte, la distribución de las raíces es importante para el anclaje de la planta y para la absorción de agua y nutrimento.

En la caña de azúcar esta distribución puede ser de los tipos 1) absorbentes o superficiales 2) de anclaje o sostén, y 3) profundas. Las raíces superficiales predominan en los primeros 60 cm. De profundidad y su distribución horizontal en el suelo alcanza hasta 2 metros. (3)

3.1.8.2. El tallo.

El tallo es el órgano más importante de la planta de la caña, ya que en él se almacenan los azúcares. La caña de azúcar forma cepas constituidas por la aglomeración de los tallos, que se originan de las yemas del material vegetativo de siembra y de las yemas de los nuevos brotes subterráneos. (3)

El número, el diámetro, el color y el hábito de crecimiento del tallo dependen principalmente de las variedades. El tamaño o longitud del tallo depende, en gran parte de las condiciones agroecológicas de la zona donde crece y del manejo que se le brinde a la variedad. El tallo se denomina primario, secundario, terciario etc., si se origina de las yemas del material vegetativo original del tallo primario o de los tallos secundarios, respectivamente. Existen variedades en las cuales el desarrollo vegetativo no es uniforme y presentan una alta frecuencia de tallos con edades muy diferentes.

También ocurre a veces que cuando estos alcanzan un avanzado desarrollo brotan numerosos tallos débiles que no tienen valor para la molienda.

En Colombia, a estos tallos se les llama “chulquines”; y en algunos casos presentan un grosor exagerado y se le denomina “bretones”. Este tipo de tallos también aparecen con frecuencia cuando las yemas basales del tallo principal quedan expuestas a una mayor acción de las rayos solares, como ocurre cuando se presenta bolcamiento o el hábito de crecimiento es abierto. (3)

Otros tallo con brotes laterales son las “lalas” que se originan cuando se afecta la dominancia apical del punto de crecimiento, lo cual ocurre generalmente durante la floración, cuando se presentan daños físicos por el ataque de insectos o por la aplicación de madurante, y por el estímulo directo de la yema como en los casos de la “escaldadura” de la hoja y el carbón.

También puede deberse a una condición genética directa o por la acción envolvente de la yagua, que permite la acumulación de agua y facilita la germinación de la yema.

3.1.8.3. Nudo.

Es la porción dura y más fibroso de la caña que separa dos entrenudos vecinos. El nudo esta formado por el anillo de crecimiento, la banda de raíces, la cicatriz foliar, el nudo propiamente dicho, la yema y el anillo de crecimiento. (3)

3.1.8.4. Entrenudo.

Es la porción del tallo localizada entre dos nudos. En la parte apical del tallo, los entrenudos miden unos pocos milímetros y en ello ocurre la división celular que, a su vez determina la elongación y longitud final. Una vez que se cosechan los tallos de la plantilla, sus raíces mueren; al mismo tiempo las yemas y los primordios radicales de la cepa rebrotan para dar origen a las soca, siempre y cuando las condiciones ambientales sean favorables.

El número de cortes del cultivo (plantilla y soca) depende de la variedad, de las prácticas culturales y de las condiciones ambientales en el momento de la cosecha.

En forma general existe una tendencia a disminuir la producción, a medida que avanza el número de cortes. (3)

3.1.8.5. La hoja.

Las hojas de la caña de azúcar se originan en los nudos y se distribuyen en posiciones alternas a lo largo del tallo a medida que este crece. Cada hoja está formada por la lámina foliar y por la vaina o yagua. La unión entre estas dos partes se denomina lígula y en el extremo de estas existe una aurícula con pubescencia variable.

La forma y color de la lígula, así como la forma de la aurícula, son características importantes en la diferenciación de las variedades de la caña de azúcar.

Lamina foliar: Es la parte más importante para el proceso de la fotosíntesis, y su disposición en la planta difiere con las variedades, siendo las más comunes la péndula y la erecta. La disposición de la lámina no determina los rendimientos en sacarosa ni la producción de caña; por lo tanto, es posible encontrar variedades con altos o bajos rendimientos que tienen distintas formas de dispersión de las hojas en cualquier densidad de siembra. (3)

La lámina foliar tiene una nervadura central que la recorre en toda su longitud, y paralela a ella se encuentran las nervaduras secundarias. Los bordes presentan prominencias continuas en forma aserrada cuyo número y longitud cambian con las variedades. (2)

3.2. MARCO REFERENCIAL.

3.2.1. Variedad cp-722086.

Esta variedad tiene un color amarillo verdoso, buen vigor y cierre de calles. Su crecimiento es erecto, es una variedad muy florecedora (hasta en un 99%), de fácil corte y desbajado regular. Tiene un buen retoño y se adapta a todo tipo de suelo aunque su rendimiento merma en forma mínima en suelos poco profundos y arenosos. Es de maduración temprana, por lo cual se recomienda su siembra y cosecha para los meses de noviembre a febrero. La variedad CP-722086, en cuanto a rendimiento brinda un buen tonelaje de caña por ha. Y un alto rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña tanto a nivel experimental como a nivel comercial. (5).

3.2.2. Ubicación y descripción del área experimental.

El área experimental se encuentra ubicada en la finca Peten, en el municipio de Tiquisate, del Departamento de Escuintla. Sus coordenadas son 14° 15'10" de Latitud Norte y 91° 25'10" de Longitud Oeste, a una altura de 70 msnm. La finca se encuentra ubicada dentro de la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical (cálido), bh-s ©

Los terrenos correspondientes a esta zona de vida poseen generalmente una topografía suave. La elevación varía desde los 0 hasta los 80 msnm. (4)

Según el estudio semi-detallado de suelos de la zona cañera de Guatemala elaborado por CENGICAÑA, (1996) las características que presentan los suelos de la finca son las siguientes:

Pertenecen al orden de los Mollisoles, los cuales presentan un horizonte grueso de color oscuro, rico en materia orgánica, saturación de bases mayor del 50% en todos sus horizontes y un grado de estructuración de moderado a fuerte. (1)

3.2.3. Características del cultivo.

La investigación se realizó en una plantación ya establecida, con tres cosechas. Las labores de cultivo que se efectuaron hasta el inicio de la etapa de elongación fueron las siguientes:

Un riego inicial por aspersión a los 40 ddc. para lograr eficiencia en la fertilización y lograr la estimulación del brote de plántulas. Se realizaron dos controles de malezas, la primera en forma química y la segunda de forma manual con el objeto de controlar las malezas presentes dentro del área experimental. Se fertilizó mecánicamente con una fuente nitrogenada la cual fue amoníaco anhídrido (82% de N).

4. OBJETIVOS.

GENERAL

Evaluar comparativamente los efectos de los métodos de riego por superficie; Convencional, surco alterno, y surco alterno-alterno sobre la producción de caña y azúcar por unidad de área, durante la etapa de elongación de la caña de azúcar (*Saccharum* sp.).

ESPECIFICOS

Determinar los efectos sobre la producción en toneladas métricas de caña y azúcar por hectárea de los métodos de riego por superficie; Convencional, surco alterno, y surco alterno-alterno, aplicados durante la etapa de elongación de la caña de azúcar, bajo condiciones de finca Peten, Tiquisate, Escuintla.

Determinar los niveles de desarrollo del cultivo medidos en altura, población, longitud y diámetro del entrenudo central del tallo, y número de entrenudos del tallo antes de la cosecha, logrados por el efecto de los métodos de riego superficial; convencional, alterno y alterno-alterno.

5. HIPOTESIS

El efecto de los métodos de riego por superficie; convencional, surco alterno y surco alterno no presentaran diferencia estadística significativa sobre el desarrollo y producción de caña y azúcar por unidad de área, durante la etapa de elongación de la caña de azúcar (*Saccharum* sp.).

6. METODOLOGIA

6.1. Propiedades Físicas y Químicas del suelo del área experimental.

Se tomaron muestras de suelo del pante donde se encuentra el área experimental para determinar el estado de fertilidad y las constantes químicas y físicas del mismo, las muestras fueron analizadas en el laboratorio de suelos de CENGICAÑA. Los resultados se observan en los cuadros 1, 2, y 3.

Cuadro 1: Propiedades químicas del suelo del área experimental

Estrato Cms	pH H ₂ O	%M.O.	CIC Meq/100g	Mg Meq/100g	Ca Meq/100g	K Meq/100g	K.D. Meq/100g
0-20	6.83	0.96	17.89	1.23	5.74	1.2	0.94
20-40	7.04	0.65	16.96	1.45	5.3	0.63	0.49
40-60	7.09	0.40	8.95	0.87	2.96	0.25	0.18

Cuadro 2: Propiedades químicas del suelo del área experimental

Estrato Cm	P.D. (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
0-20	40.42	2.59	36.18	18.81	1.2
20-40	43.77	5.04	73.95	16.68	0.75
40-60	81.3	2.2	87.65	7.17	0.35

Cuadro 3: Propiedades físicas del suelo del área experimental

Estrato Cm	%H 1/3 atm.	% H 15 atm.	DAP (gr/cc)	Lamina de Humedad disponible	textura	%Arcilla	%Limo	%Arena
0-20	19.48	7.91	1.22	7.89 cms	fco. Arenoso	8.66	32.25	59.09
20-40	21.06	8.94	1.14		franco	9.29	39.03	51.68
40-60	15.92	6.69	1.25		franco	10.35	42.15	47.5

Fuente: Laboratorio de suelo de CENGICAÑA.

6.2. Descripción de los tratamientos

Se evaluaron tres modalidades del riego por superficie, durante la etapa de elongación del cultivo, los cuales se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 4: Tratamientos evaluados durante la investigación

IDENTIFICACION	TRATAMIENTOS
T1	Sin riego (testigo)
T2	Riego Convencional
T3	Riego por surco alterno
T4	Riego por surco alterno-alterno

La frecuencia de riego fue de 15 días a partir de los 2.5 meses después del corte anterior, ya que según JUAREZ (1998) es la frecuencia que en la etapa de rápido crecimiento proporciona los mejores rendimientos.

6.3. DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones con submuestreo.

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ijk} = U + T_i + E_{ij} + N_{ijk}$$

$$i = 1, \dots, 4$$

$$j = 1, \dots, 4$$

Y_{ijk} = Variable respuesta en el k -ésimo cuadro muestral de la j -ésima repetición del i -ésimo tratamiento.

U = Efecto de la media general

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

E_{ij} = Error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental

N_{ijk} = Error de muestreo dentro de ijk -ésima unidad experimental

6.4. Tamaño de la unidad experimental

Las dimensiones del área experimental fueron las siguientes:

Número de surcos por unidad experimental: 10

longitud entre surcos en m: 1.5

largo de la unidad experimental en m: 150

total de unidades experimentales: 16

área por unidad experimental: 2250 m²

área de la parcela experimental: 3.6 Ha.

6.5. Determinación de los parámetros de riego aplicado:

6.5.1. Tiempo de riego:

El tiempo de riego se obtuvo en el campo teniendo la hora de inicio en la que se empezó a regar cada unidad experimental y luego se tomó la hora del momento en que se finalizó.

6.5.2. Lamina de riego:

La lamina de riego aplicada se calculó en base a la ecuación básica de riego:

$$Q \times T = A \times L$$

donde:

Q= Caudal

T= Tiempo de riego

A= Area a regar

L= Lamina aplicada

De donde:

$$L = Q \times T / A$$

Se calculó la lamina aplicada en el campo en base al caudal, tiempo de riego y el área de la unidad experimental.

6.5.3. Volumen de agua aplicado por unidad experimental:

El volumen de agua aplicado fue determinado por la fórmula:

$$\text{Volumen} = \text{Caudal} \times \text{Tiempo de Riego}$$

6.6. Riego

Se utilizaron tres metodológicas de riego por superficie; Surco alterno, Surco alterno-alterno y el Convencional. A continuación se presenta un esquema de cada uno de estos tipos de riego por superficie.

Se efectuó un riego por aspersión a los 40 días después del corte de una forma general a todas las unidades experimentales, luego a partir de los 75 días después del corte se realizaron los riegos correspondientes a los tratamientos con una frecuencia de 15 días lo que permitió llevar a cabo 5 riegos antes de la época de lluvia.

6.7. Variables respuestas.

6.7.1. Altura de plantas:

Se realizaron un total de seis muestreos, efectuándose el primero a los 95 días después del corte y los siguientes a los 115, 135, 155, 240, y 340.

Para la toma de datos fue necesario marcar 5 plantas en 5 metros de longitud (submuestra), teniendo un total de 6 submuestras por cada unidad experimental en el centro de la misma, a las cuales se les llevó la secuencia de crecimiento. La altura de plantas se realizó midiendo desde la base del tallo hasta la última lígula visible, auxiliándose para realizar esta medición de una regla graduada. Estas mediciones se realizaron durante la etapa de elongación hasta la cosecha.

6.7.2. Población:

Para el conteo de la población se realizaron un total de 5 cinco lecturas, la primera se realizó a los 95 días después del corte; las siguientes se realizaron a los 115, 155, 240, y 340 días después del corte.

Para la determinación de la población de plantas se realizó un conteo directo de las plantas presentes en las submuestras (5 metros) que previamente se habían marcado en cada unidad experimental.

6.7.3. Longitud y diámetro del entrenudo central:

Previo a la cosecha (340 días después del corte), se cortaron al azar 20 plantas por cada unidad experimental, a las cuales se les midió la longitud del entrenudo central haciendo uso de una regla graduada, y el diámetro mediante el uso de un Bernier. Al mismo tiempo se contó el total de entrenudos por tallo.

6.7.4. Rendimiento en libras de azúcar por tonelada métrica de caña :

Se determinó mediante un pre-muestreo previo a la cosecha (340 días después del corte) seleccionando al azar 10 tallos en cada parcela, cortándolos desde la base del tallo. Posteriormente fueron enviados al laboratorio de jugos de CENGICANA, para que mediante el método de análisis directo se determinó la calidad de jugo (pol en porcentaje, porcentaje de pureza, porcentaje de brix, porcentaje de sacarosa y porcentaje de fibra).

6.7.5. Producción en toneladas de caña por hectárea:

Para determinar la producción en toneladas métricas de caña se pesaron todas las unidades experimentales, contando con la colaboración del frente de corte, alce y transporte del Ingenio Madre Tierra.

6.6. Análisis de la información

Para cada una de las variables respuestas a evaluar se elaboro un cuadro de resultados organizados, los cuales fueron procesados por un análisis de varianza al 5%, para determinar si estadísticamente existían diferencias significativas entre los tratamientos.

Luego de procesadas las variables respuestas se realizó una prueba de medias de TUKEY para las variables que presentaron diferencia significativa estadística.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1. Balance Hídrico:

De acuerdo a los datos de precipitación y evaporación del año 1998 (cuadro 13 A) se pudo determinar la época crítica de demanda de agua en el área experimental, siendo los meses de demanda de riego Diciembre, Enero, Febrero, Marzo, Abril, y Mayo. La figura 1 muestra como se comporto la precipitación y la evapotranspiración durante el año en que se llevó a cabo la investigación. El total de precipitación en mm fue de 2836.5 mm. anuales.

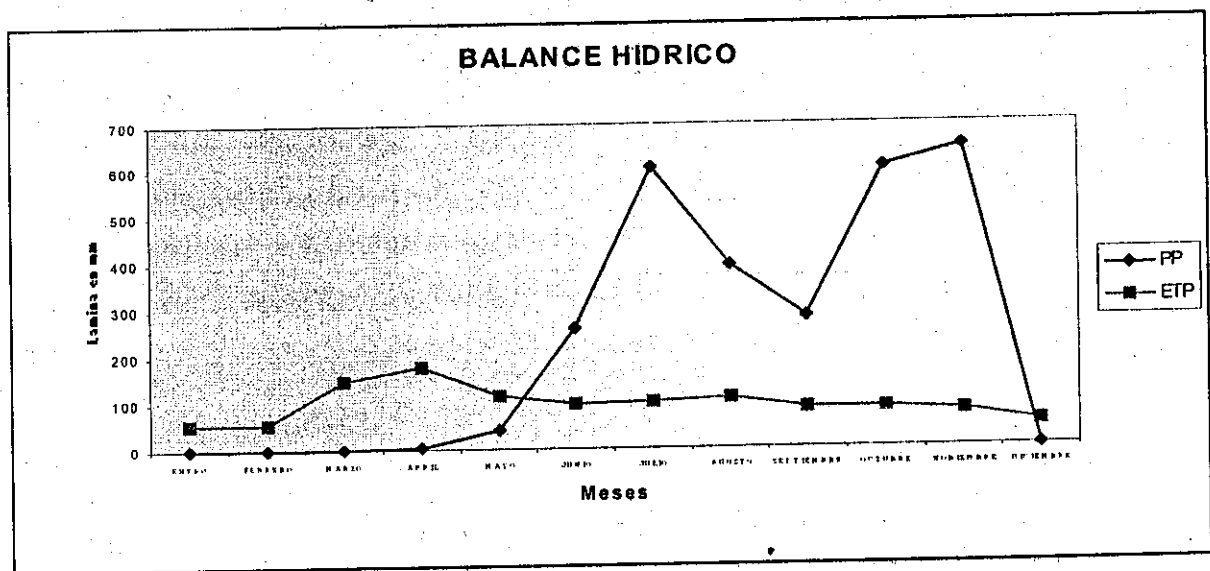


Figura 1: Comportamiento de la precipitación pluvial y la evapotranspiración durante la investigación.

De esta manera fue como se distribuyó la precipitación pluvial y la evapotranspiración a lo largo de 1998, la precipitación pluvial inicio a finales del mes de mayo, a partir de este momento se dejaron de aplicar los riegos con sus respectivos tratamientos.

7.1.1 Requerimientos de Riego

A continuación se presentan los requerimientos de riego para el área experimental donde se llevo a cabo esta investigación

Cuadro 5: Requerimientos de riego

Corte de la caña inicio del ensayo 15/12/1997

Corte de la caña finalización del ensayo 23/12/1998

VARIABLE	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTALES
Ev (mm/mes)	73.5	155.6	158.2	192.5	177.9	167.7	135.9	155.9	148.5	132.3	124.3	138.9	133.9	1895.17
Ki	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
Kc	0.5	0.65	0.85	0.95	1	1	1	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	
Ki * Kc	0.4	0.52	0.68	0.76	0.8	0.8	0.8	1	1	1	1	1	1	
Et	29.4	80.92	107.6	146.3	142.3	134.2	108.7	155.9	148.5	132.3	124.3	138.9	133.9	1583.24
PP	0	0	0	0	0	39.5	259.5	604.5	392.5	282	605.5	650	0	2833.5
Ppefec	0	0	0	0	0	27.65	108.7	155.9	148.5	132.3	124.3	138.9	0	836.25
RR	29.4	80.92	107.6	146.3	142.3	106.5	0	0	0	0	0	0	*	613.044
LAMINA BRUTA DE RIEGO APLICADAS EN														
mm														
MET. DE RIEGO														
CONVENCIONAL		45	160	352	440	280	0	0	0	0	0	0	0	1277
ALTERNO		45	128	288	360	200	0	0	0	0	0	0	0	1021
ALTERNO-ALT.		45	88	252	297.6	200	0	0	0	0	0	0	0	882.6

En donde:

Ev (mm/mes) = Suma de la evaporación del tanque por mes

Ki = Factor asociado con el tanque tipo A

Kc = Factor de cultivo según la edad del mismo según FAO

Et = (Ki * Kc) * Ev (mm/mes)

PP = Precipitación Pluvial

PP Efectiva = PP * 0.7

RR = Requerimiento de riego (Et- PP Efectiva - Humedad residual del Suelo)

* = No se cuantifica dentro del RR por la alta Humedad del suelo en esta época del año

Como podemos darnos cuenta en el cuadro anterior la demanda de riego por parte del cultivo se localizo en los meses de diciembre de 1997 a mayo de 1998, la demanda se suplio con el uso de los distintos metodos de riego por superficie, indicando esto que los metodos de riego por surco alterno y surco alterno-alterno, cubren la demanda de agua por parte del cultivo

7.2. Parámetros del riego aplicado:

7.2.1. Tiempo de Riego

Los tiempos de riego en horas en cada riego para cada uno de los tratamientos fueron los siguientes:

TRATAMIENTO	1° RIEGO	2° RIEGO	3° RIEGO	4° RIEGO	5° RIEGO	6° RIEGO	TOTAL
CONVENCIONAL	2	2.1	2.3	2.5	3	3.5	15.4
ALTERNO	1.6	1.7	1.9	2.1	2.4	2.5	12.2
ALTERNO-ALT	1.1	1.3	1.6	1.72	2	2.2	9.92

El caudal por parcela se determinó con un aforador en la entrada del agua a la misma.

Siendo el caudal en la entrada a la parcela de 180 m³/h.

7.2.2. Lamina de riego:

La lamina en mm por riego aplicado para cada tratamiento fue la siguiente:

TRATAMIENTO	Riego General por aspersión	1° RIEGO	2° RIEGO	3° RIEGO	4° RIEGO	5° RIEGO	6° RIEGO	TOTAL
CONVENCIONAL	45	160	168	184	200	240	280	1277
ALTERNO	45	128	136	152	168	192	200	1021
ALTERNO-ALT	45	88	104	128	137.6	160	200	862.6

7.2.3. Volumen de agua aplicada:

Los volúmenes aplicados a cada tratamiento referidos a hectáreas fueron los siguientes:

TRATAMIENTO	1° RIEGO	2° RIEGO	3° RIEGO	4° RIEGO	5° RIEGO	6° RIEGO	TOTAL
CONVENCIONAL	1600	1680	1840	2000	2400	2800	12320
ALTERNO	1280	1360	1520	1680	1920	2000	9760
ALTERNO-ALT	880	1040	1280	1376	1600	2000	8176

Como podemos darnos cuenta el tiempo, la lamina y el volumen de agua, aumentan paralelamente que aumenta el tiempo de crecimiento de la caña, esto implica que mientras mas grande este el cultivo necesita un mayor tiempo de riego y por consiguiente una mayor lamina de riego.

7.3. Variables de Respuesta

7.3.1. Altura de plantas:

El comportamiento de la altura de planta durante la etapa de elongación por tratamiento, puede apreciarse en el cuadro 5, donde se presenta la media de alturas de cada lectura realizada.

Cuadro: 6 Altura de Plantas y resumen de análisis de varianza.

Edad (ddc)	Convencional	Alternativo	Alternativo-Alt.	sin riego	Media	Probabilidad Significancia	C.V. %
95	100.5 (a)	100.5 (a)	100.25 (a)	57.57 (b)	89.75	**	10.97
115	133.2 (a)	139.75 (a)	142 (a)	66 (b)	120.25	**	8.42
135	165.5 (a)	165.25 (a)	164 (a)	74 (b)	142.19	**	5.35
155	194.5 (a)	193.37 (a)	192 (a)	83.25 (b)	162.62	**	8.09
240	244.5 (a)	229.5 (ab)	242.75 (a)	151 (b)	216.94	*	17.28
340	281.5 (a)	262.75 (a)	263 (a)	206.75 (b)	253.5	*	7.53

** = Altamente significativo * = Significativo

El análisis de varianza al 5% indica que existe alta significancia estadística, esto debido a la poca capacidad del testigo absoluto para crecer. Por otro lado los tratamientos con riego (surco alterno, alterno-alterno, y convencional) no muestran ninguna diferencia estadística en ninguna de las lecturas efectuadas durante la etapa de elongación del cultivo, lo que indica que los métodos de riego (surco alterno, surco alterno-alterno y convencional) conllevan a un igual desarrollo de la planta.

De acuerdo a la prueba de TUKEY (ver cuadro 11 A) realizado a la variable altura, en todas las lecturas los tratamientos con riego son iguales estadísticamente, no así el testigo, que como era de esperar, los tratamientos regados son los mejores.

La figura 1 muestra el comportamiento de la altura para cada una de las lecturas realizadas durante la etapa de elongación del cultivo. Podemos visualizar que los tratamientos con riego se comportan de igual manera, mientras que el crecimiento del testigo absoluto es bastante pobre.

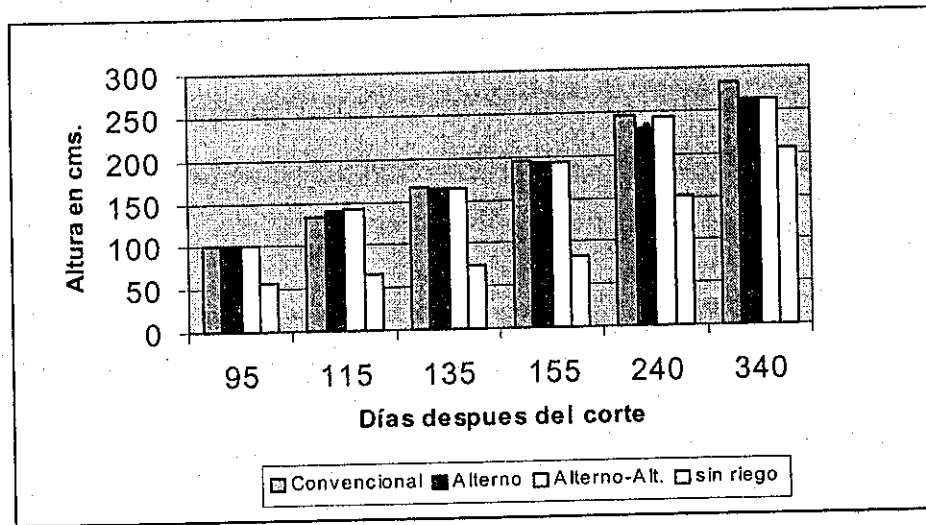


Figura 2: Altura de plantas en cm. de los tratamientos evaluados.

En cuanto a la tasa de crecimiento se puede observar en la figura 2 el efecto directo del riego sobre los tratamientos que se regaron, ya que al compáralos con el testigo, podemos inferir diferencias grandes de crecimiento en cm/día.

Los tratamientos regados (Surco alterno, Surco alterno-alterno, y convencional) se comportan de manera similar, no existiendo diferencias significativa en cuanto a su tasa de crecimiento en ninguna de las lecturas efectuadas.

La tasa de crecimiento de los tratamientos evaluados la podemos visualizar de una mejor manera en la figura 3 que se presenta a continuación.

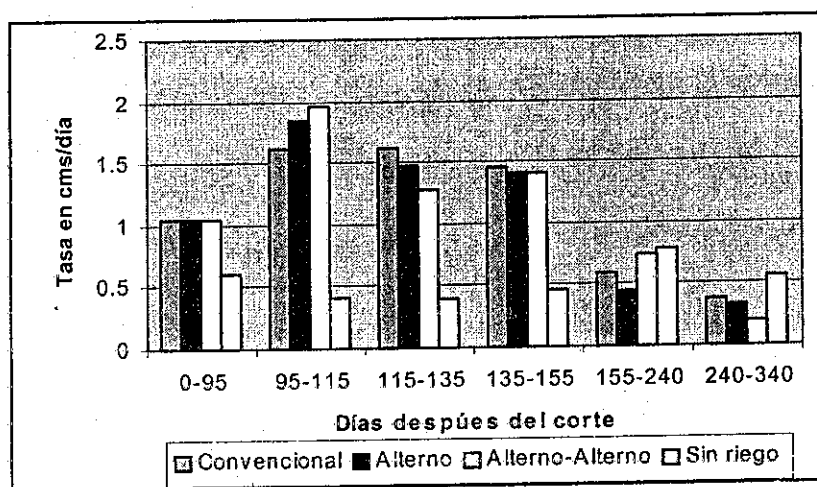


Figura 3: Tasa de crecimiento longitudinal (cm/día)

7.3.2. Población:

El cuadro 2 presenta las medias y el resumen del análisis de varianza de cada uno de los tratamientos, para la variable población de plantas.

Cuadro 7: Resumen de análisis de varianza y medias de población en 5 m.

Edad (ddc)	Convencional	Alterno	Alterno-Alt.	sin riego	Media	Probabilidad Significancia	C.V. %
95	173	153	149	152	157	NS	9.12
115	140	137	142	137	139	NS	8.18
155	94	115	107	88	101	NS	17.58
240	128	131	133.5	142	133.56	NS	17.27
340	59	55	56	59	57.44	NS	15.53

El análisis estadístico muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, por lo que se puede inferir que los distintos tratamientos, no influyen en el número de plantas por unidad de área.

Sin embargo existe una variación en el incremento de plantas por unidad de área, entre la primera lectura y las restantes.

Esta variación es debido a que las plantas en esta etapa de su crecimiento compiten entre cepa y cepa y además entre plantas de la misma cepa, por el espacio, la luz, los nutrientes, el agua, el CO₂ etc. Conllevando esto a la disminución gradual del número de plantas por unidad de área.

En la figura 4 se puede ver el comportamiento de la población de los tratamientos evaluados.

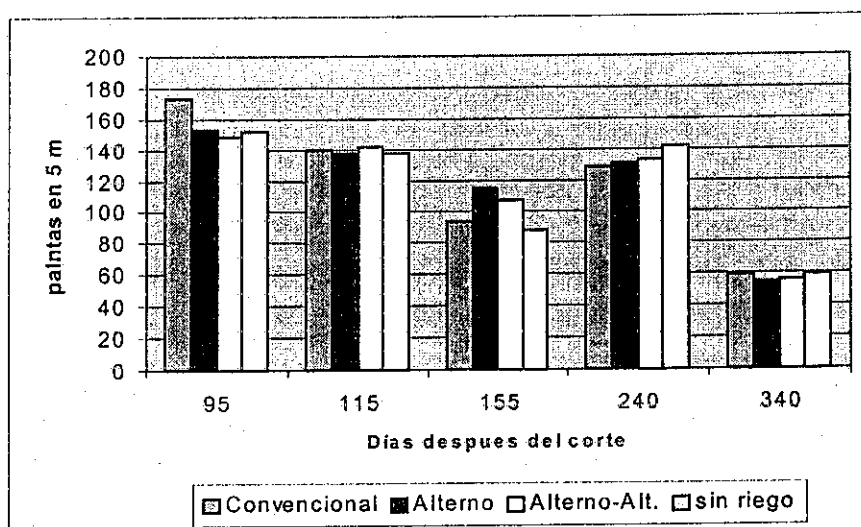


Figura 4: Comportamiento de la población en 5 m.

7.3.3. Longitud y diámetro del entrenudo central del tallo:

Los cuadros 7,8, y 9 muestran un resumen de los resultados del análisis de varianza para las variables longitud y diámetro del entrenudo central del tallo, y número de entrenudos previo a la cosecha.

Cuadro 8: Resumen del análisis de varianza para el diámetro del entrenudo central del tallo en mm.

Edad (ddc)	Convencional	Alternativo	Alternativo-Alt.	sin riego	Media	Probabilidad Significancia	C.V. %
240	24.5	22.75	24	23	23.56	NS	5.21
340	26.75	25	25.25	25	25.5	NS	6.92

Cuadro 9: Resumen del análisis de varianza para la Longitud del entrenudo central del tallo en cm.

Edad (ddc)	Convencional	Alternativo	Alternativo-Alt.	sin riego	Media	Probabilidad Significancia	C.V. %
240	13.17	13.15	13.77	12.17	13.07	NS	9.98
340	15.52	13.86	14.07	13.65	14.28	NS	16.54

Cuadro 10: Resumen del análisis de varianza para el número de entrenudos del tallo.

Edad (ddc)	Convencional	Alternativo	Alternativo-Alt.	sin riego	Media	Probabilidad Significancia	C.V. %
340	21	21	22	16	20	NS	5.4

De acuerdo al análisis de varianza puede observarse que no existen diferencias significativas para las variables; diámetro del entrenudo central, longitud del entrenudo central del tallo, y lo mismo sucede para la variable número de entrenudos del tallo. En las figuras 5,6,y7 podemos observar el comportamiento de las variables diámetro, longitud del entrenudo central, y número de entrenudos, respectivamente.

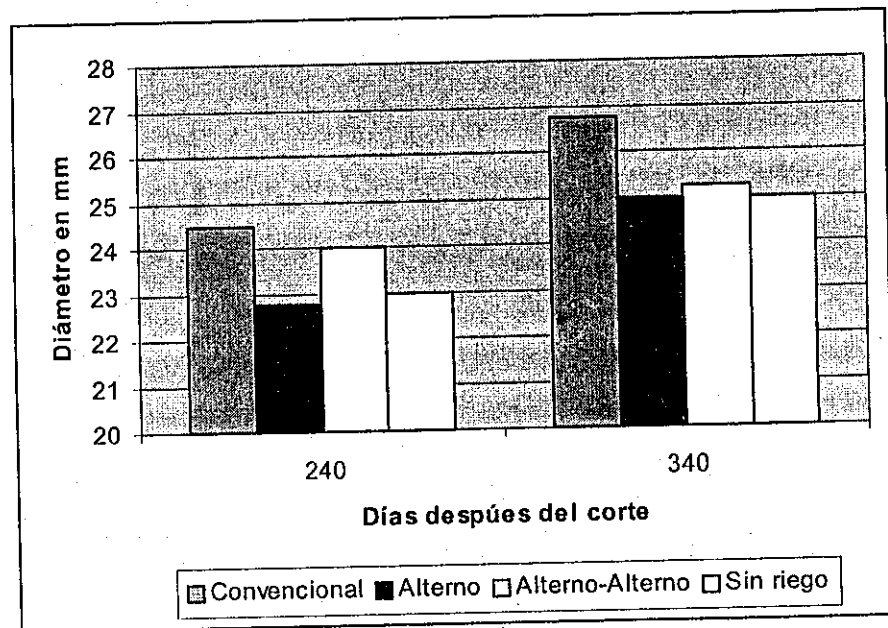


Figura 5: Diámetro del entrenudo central del tallo medido en mm.

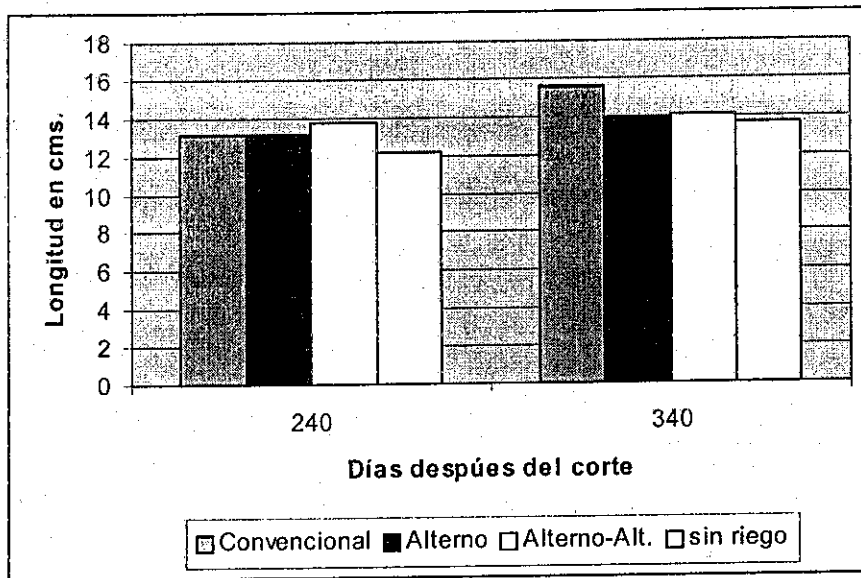


Figura 6: Longitud del entrenudo central del tallo medido en cm.

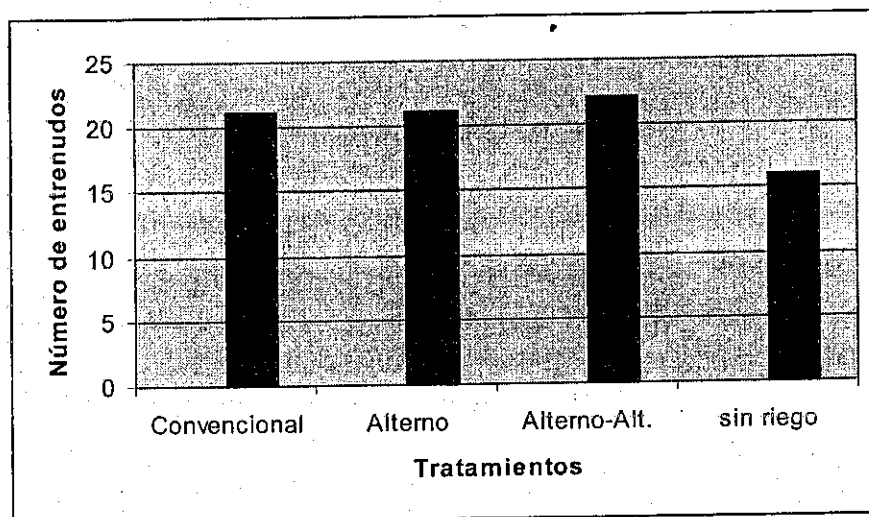


Figura 7: Número de entrenudos del tallo previo a la cosecha.

7.3.4. Producción:

De acuerdo con el análisis de varianza realizado se observa que existen diferencias significativas entre los tratamientos para la variable producción en toneladas de caña por ha, por lo que se realizó una prueba de medias de TUKEY (cuadro 12 A)

La prueba de Tukey muestra que los tratamientos con riego (convencional, surco alterno, surco alterno-alterno) son estadísticamente iguales. El testigo es el único que se muestra diferente al resto de los tratamientos ya que su producción de caña en relación al resto de tratamientos es inferior, poniendo de manifiesto el efecto del riego durante la evaluación de los tratamientos. La producción promedio de cada uno de los tratamientos se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 11 : Resumen de análisis de varianza para la variable producción de los tratamientos evaluados.

Variable	Convencional	Alterno	Alterno-alterno	Sin riego	Media	Significancia	C.V. %
Prod. caña (Tm/ha)	106.74 (a)	96.71 (a)	98.445 (a)	74.29 (b)	94.05	**	8.04
Rendimiento (Lb Az/Tm)	290.52 (a)	287.41 (a)	288.94(a)	288.44(a)	288.83	NS	5.8
ton. m. Azúcar/ha	14.09	12.63	12.93	9.76	12.35	*	5.3

Los rendimientos en toneladas métricas de caña / ha. los podemos visualizar en la figura 8 en donde se aprecia que la producción de los tratamientos con riego no presentan diferencia significativa. Los resultados indican que con el uso del método de surco alterno y/o surco alterno alterno no disminuye la producción de caña por unidad de área. Es decir que estos métodos (surco alterno, surco alterno alterno) proporcionan la humedad suficiente para que la planta pueda llegar a producir los mismos niveles de producción que los rendimientos obtenidos con el método convencional.

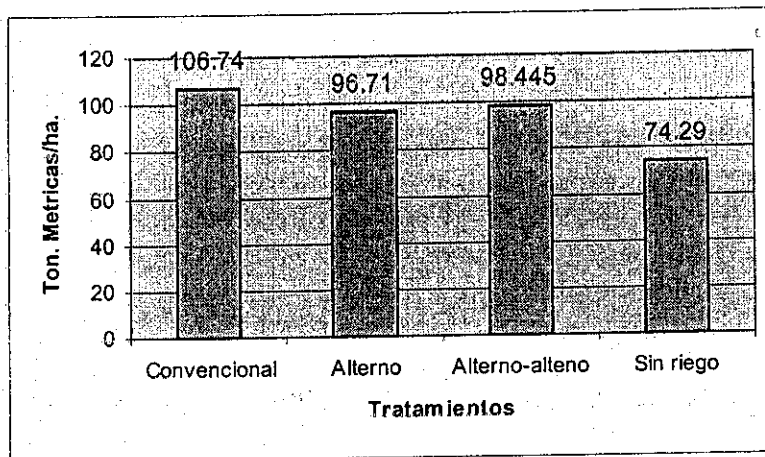


figura 8: Producción en ton. de caña por ha. de los tratamientos evaluados.

De acuerdo al cuadro 10, se aprecia que los tratamientos regados produjeron estadísticamente la misma concentración de azúcar. En la siguiente figura podemos observar la producción en libras de azúcar por toneladas métrica de caña de los cuatro tratamientos.

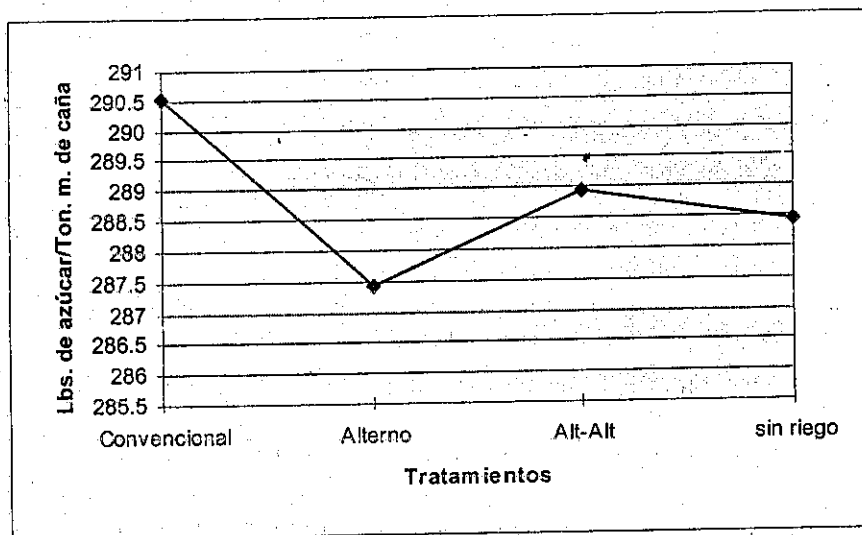


Figura 9 : Producción en Libras de Azúcar por tonelada de caña de los distintos tratamientos

En cuanto a la producción en toneladas de azúcar por ha. según el cuadro 10 los tratamientos con riego presentan similares producciones, esto representa que los métodos de riegos evaluados (surco alterno y/o surco alterno alterno) proporcionan la humedad necesaria para alcanzar producciones en toneladas métricas de azúcar por unidad de área similares a los rendimientos que se alcanzan con el riego por superficie convencional.

8. CONCLUSIONES

8.1. Los metodos de riego por surco alterno, riego por surco alterno-alterno, no presentan diferencia significativa con respecto al sistema de riego convencional sobre la producción en toneladas de caña/ha y en libras de azúcar por tonelada de caña durante la etapa de elongación de la caña de azúcar.

8.2. El riego por surco alterno y alterno alterno no presentan diferencia significativa, con-respecto al sistema de riego convencional sobre la variable respuesta altura de planta.

8.3. No se encontró diferencia significativa con respecto a la tasa de crecimiento entre los tratamientos regados.

8.4. El riego por surco alterno y alterno alterno no presentan diferencia significativa, con respecto al sistema de riego convencional sobre la variable respuesta población de plantas.

8.5. En cuanto a la variable respuesta número de entrenudos del tallo y longitud del entrenudo central del tallo, no se encontraron diferencias significativas estadísticamente entre los tratamientos riego convencional, surco alterno y surco alterno-alterno.

8.7. Se encontró respuesta a riego, ya que el testigo absoluto, es diferente estadísticamente a los tratamientos regados.

9. RECOMENDACIONES

9.1. Hacer uso del método de riego por surco alterno y/o el alterno alterno en la caña de azúcar (Saccharum sp.), en plantaciones que presenten condiciones similares de suelo y clima a las de el lugar donde se llevo a cabo esta investigación.

9.2 Utilizar el método de riego por surco alterno y/o surco alterno alterno durante la fase de elongación de la caña de azúcar.

9.3 Realizar esta misma investigación en suelos de textura arcillosa.

10. BIBLIOGRAFIA

1. Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. (Gua.) 1996. Estudio semidetallado de suelos de la zona cañera del sur de Guatemala. Guatemala. 242 p.
2. _____. 1997. Memoria "análisis de la zafra 1996-1997." Guatemala. 92 p.
3. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Col.). El cultivo de la caña de azúcar en la zona azucarera de Colombia. eds. Cassalet, C; Torres, J. ; e Isaacs. C. ; 1995 Cali, Colombia. 412 p.
4. CRUZ R J. R. DE LA. 1976. Clasificación de zonas de vida en Guatemala basada en sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 22 p.
5. EMPRESA PANTALEON. DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION (Gua.) Descripción de variedades. Escuintla Guatemala.

sin publicar.
6. FLORES S. sf. 1988. Manual de la caña de azúcar. Guatemala, INTECAP. 172 p.
7. FUENTES YAGUE, J. L. 1993. Técnicas de riego. Madrid; Ministerio de agricultura Pesca y alimentación. p. 190-205
8. GONZÁLEZ O. 1988. Diagnostico de la situación actual del riego, objetivo, estrategia y Políticas. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. v. 1, 23 p.
9. JUAREZ Q. D. 1998. Requerimientos de riego en caña de azúcar en la costa sur de Guatemala, estudio exploratorio. Guatemala, CENGICANA. 32 p.
10. TORRES J; VILLEGAS, F. 1992. Riego por surco alterno. Colombia, CENICANA. Serie divulgativa, No. 8-92. 4 p.

APENDICE

Cuadro 12 A : Prueba de TUKEY para la variable altura de plantas, en las distintas edades del cultivo en que se efectuó la lectura.

95 días después del corte		
TRATAMIENTO	MEDIA GRAL (cm)	INDICADOR
Convencional	100.5	A
Alt-Alterno	100.5	A
Alterno	100.25	A
Sin riego	57.75	B
115 días después del corte		
TRATAMIENTO	MEDIA GRAL (cm)	INDICADOR
Alterno	142	A
Alt-Alterno	139.75	A
Convencional	133.25	A
Sin riego	66	B
135 días después del corte		
TRATAMIENTO	MEDIA GRAL (cm)	INDICADOR
Convencional	165.5	A
Alt-Alterno	165.25	A
Alterno	164	A
Sin riego	74	B
155 días después del corte		
TRATAMIENTO	MEDIA GRAL (cm)	INDICADOR
Convencional	194.5	A
Alterno	192	A
Alt-Alterno	180.75	A
Sin riego	83.25	B
240 días después del corte		
TRATAMIENTO	MEDIA GRAL (cm)	INDICADOR
Convencional	244.5	A
Alt-Alterno	242	A
Alterno	229.5	A
Sin riego	151	B
340 días después del corte		
TRATAMIENTO	MEDIA GRAL (cms)	INDICADOR
Convencional	281.5	A
Alt-Alterno	263	A
Alterno	262.75	A
Sin riego	206.75	B

Cuadro 13 A : Prueba de TUKEY para la variable rendimiento de azúcar.

340 Días después del corte		
TRATAMIENTO	MEDIA GRAL (Lbs/ton. m de caña)	INDICADOR
Convencional	290.52	A
Alt-Alterno	288.94	A
Sin Riego	288.33	A
Alterno	287.41	A



Ref. Sem.076-99

FACULTAD DE AGRONOMIA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12
GUATEMALA, CENTROAMERICA

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE TRES METODOS DE RIEGO POR SUPERFICIE DURANTE LA ETAPA DE ELONGACION DE LA CAÑA DE AZUCAR (Saccharum sp.) BAJO CONDICIONES DE TIQUISATE, ESCUINTLA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: NELSON RAFAEL MADRIGALES BARRIOS

CARNET No: 9310027

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Walter E. García Tello
Ing. Agr. Eugenio Orozco y Orozco
Ing. Agr. Rolando Lara Alecio

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. Víctor Cabrera Cruz



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

Ing. Agr. David N. Juárez Quim
ASESOR

IMPRIMASE

Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Francisco Rivera
DECANO



cc:Control Académico

Archivo
AH/prr.

Apartado Postal 1,545 Tels.Planta (502) 476-0790 al 4 Tel/Fax (502) 476-9770

E-mail: usacagro.agro@usac.edu.gt

<http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>

