

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

PROPUESTA DE MANEJO DE SECUENCIA DE LABORES PARA EL CULTIVO DE CAÑA SOCA  
(*Saccharum officinarum* L), EN LA COSTA SUR , GUATEMALA



GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

PROPUESTA DE MANEJO DE SECUENCIA DE LABORES PARA EL CULTIVO DE CAÑA SOCA  
(*Saccharum officinarum* L), EN LA COSTA SUR, GUATEMALA

DOCUMENTO DE GRADUACIÓN

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

POR

SERGIO AUGUSTO PERLA MÉNDEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, Noviembre de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	MSc. FRANCISCO JAVIER VÁSQUEZ VÁSQUEZ
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. WALTER ARNOLDO REYES SANABRIA
VOCAL TERCERO	MSc. DANILO ERNESTO DARDÓN ÁVILA
VOCAL CUARTO	Br. AXEL ESAU CUMA
VOCAL QUINTO	Br. CARLOS ALBERTO MONTORRESO GONZALES
SECRETARIO	M.Sc. EDWIN ENRIQUE CANO MORALES

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN PRIVADO

DECANO:	Ing. Agr. CESAR CASTAÑEDA SALGUERO
EXAMINADOR:	Ing. Agr. JORGE SANDOVAL ILLESCAS
EXAMINADOR:	Ing. Agr. ROBERTO FONSECA ROBLES
EXAMINADOR:	Ing. Agr. EDGAR MARTÍNEZ TAMBITO
SECRETARIO:	Ing. Agr. LUIS ALBERTO CASTAÑEDA AMAYA

Guatemala, Noviembre de 2009

Guatemala, Noviembre de 2009

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables Miembros:

De conformidad con la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis de grado, titulado:

PROPUESTA DE MANEJO DE SECUENCIA DE LABORES PARA EL CULTIVO DE CAÑA SOCA (*Saccharum officinarum* L), EN LA COSTA SUR, GUATEMALA, Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, agradezco la atención prestada a la presente.

Atentamente,

SERGIO AUGUSTO PERLA MÉNDEZ

Guatemala, Noviembre de 2009

Ing. Agr. M. Sc. FRANCISCO JAVIER VÁSQUEZ VÁSQUEZ

Decano Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Decano:

Me dirijo a usted para manifestarle que atendiendo a mi responsabilidad como Asesor, he procedido a asesorar y revisar la tesis de grado del estudiante SERGIO AUGUSTO PERLA MÉNDEZ, titulada PROPUESTA DE MANEJO DE SECUENCIA DE LABORES PARA EL CULTIVO DE CAÑA SOCA (*Saccharum officinarum* L), EN LA COSTA SUR, GUATEMALA,

Considerando que dicho trabajo CUMPLE con los requisitos exigidos por la Facultad de Agronomía; por lo cual me permito comunicárselo para los efectos consiguientes.

Sin otro particular, me suscribo de usted respetuosamente,

Ing. Agr. M. Sc. Manuel de Jesús Martínez Ovalle

Colegiado No. 324

Guatemala, Noviembre de 2009

Ing. Agr. M. Sc. FRANCISCO JAVIER VÁSQUEZ VÁSQUEZ  
Decano Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Decano:

Me dirijo a usted para manifestarle que atendiendo a mi responsabilidad como Asesor, he procedido a asesorar y revisar la tesis de grado del estudiante SERGIO AUGUSTO PERLA MÉNDEZ, titulada

**PROPUESTA DE MANEJO DE SECUENCIA DE LABORES PARA EL CULTIVO DE CAÑA SOCA (*Saccharum officinarum* L), EN LA COSTA SUR, GUATEMALA.**

Considerando que dicho trabajo CUMPLE con los requisitos exigidos por la Facultad de Agronomía; por lo cual me permito comunicárselo para los efectos consiguientes.

Sin otro particular, me suscribo de usted respetuosamente,

Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

Colegiado No. 2469

## ACTO QUE DEDICO

- A:**
- DIOS** Por darme la vida y recibir más de lo merecido.
- MI PADRE** Con respeto y agradecimiento por los principios de honradez y dignidad que me enseñó.
- MI MADRE** Con amor y respeto por su abnegación, por sus enseñanzas y su sacrificio para dar a sus hijos un buen ejemplo de rectitud y honradez, así como apoyo en todo sentido.
- MI ESPOSA** Janitcio Leticia de Perla con amor, por su apoyo incondicional y solidaridad en los buenos y malos tiempos.
- MIS HERMANOS** Elena Perla de Silva y Hugo Armando Perla por su apoyo en todo momento, me siento honrado y afortunado de tener unos hermanos como ustedes.
- MIS HIJOS** Sergio, Karen y Gabriela, por su amor, respeto e integridad, para ustedes mi ejemplo de lucha y perseverancia.
- MIS TIOS** Con cariño y respeto, en especial a Aura y Ángel Méndez, Hector Jasbect flores sobre sus tumbas, Hugo Ariel y Tita, Oscar, Efraín, Rosa y Raquel Méndez, y Noemí de Jasbect, Julio y Gloria de Rivas, Priscila y Huber Mario, Siomara y Tulio Armando Perla.
- MIS CUÑADOS** Licenciado Jorge Silva y Karina Aldana de Perla, por su amistad y su apoyo en los momentos difíciles, es bueno tenerlos como hermanos
- MIS SOBRINOS** Stephany Silva, Hugo Daniel y Ana Karina Perla. Con especial cariño.
- MIS AMIGOS** En especial al Ingeniero Agrónomo. Luis Alberto Castañeda, y familia, por su amistad y sus sinceros consejos y apoyo. En especial a la familia Castañeda Amaya (Carmen Aida, Maribel, Judith y Eliseo, para Daniel, Josefina, Doña Marta y Don Juan, flores sobre sus tumbas con especial cariño) Luis Adolfo Oliva Catalán (Flores sobre su tumba)
- A MIS SUEGRO** Alfonzo Valdés por su amistad y apoyo (Flores sobre su tumba)
- A MI SUEGRA** Leticia de Valdés con respeto y especial afecto.

## **TESIS QUE DEDICO**

**A:**

**FAUSAC**

Crisol que me brindó la base del saber agronómico así como la oportunidad de obtener un grado académico.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A:**

### **Mis Asesores**

Ing. Agr. M. Sc. Manuel de Jesús Martínez Ovalle e

Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

Quienes con su apoyo, tiempo y dedicación me dieron la oportunidad para realizar y enriquecer este trabajo.

### **Usted**

Con especial afecto

# ÍNDICE

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>iii</b>
<b>I. Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>II. Definición del Problema</b> .....	<b>2</b>
<b>III. Marco Teórico</b> .....	<b>3</b>
3.1 <i>Marco Conceptual</i> .....	3
3.1.1 Caña de azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> L).....	3
3.1.2 Secuencia de operaciones en el cultivo de la caña de azúcar en Guatemala.....	4
3.1.3 Selección del terreno .....	4
3.1.4 Preparación del terreno.....	5
3.1.5 Diseño de campo para cosecha mecanizada .....	5
3.1.6 Semilla.....	5
3.1.7 Tratamiento de Semilla .....	6
3.1.8 Variedades .....	7
3.1.9 Sistemas de siembra.....	7
3.1.10 Siembra .....	7
3.1.11 Fertilización .....	8
3.1.11.1 Fertilización en caña plantía .....	9
3.1.11.2 Fertilización en caña soca .....	9
3.1.12 Fertilización orgánica .....	11
3.1.13 Aporque .....	12
3.1.14 Tratamiento de las socas.....	12
3.1.15 Agoste de la caña.....	13
3.1.16 Flora de malezas.....	13
3.1.17 Competencia de malezas.....	14
3.1.18 Combate a las malezas.....	14
3.1.19 Herbicidas utilizados para controlar malezas en caña de azúcar .....	16
3.1.20 Manejo de malezas en caña de azúcar .....	16
3.1.21 Oportunidad para el manejo de malezas en caña soca .....	16
3.1.22 Limpia manual .....	16
3.1.23 Control químico.....	17
3.1.24 Herbicidas. ....	18
3.1.25 Descripción de las malezas esperadas: .....	19
3.1.26 Riego .....	21
3.1.27 Maduración.....	22
3.1.28 Plagas.....	23
3.1.29 Enfermedades.....	24
3.2 <i>Marco Referencial</i> .....	25
3.2.1 Características generales del área de influencia .....	25
3.2.1.1 Zona del área cañera de la costa sur de Guatemala .....	25
3.2.1.2 Topografía.....	27
3.2.1.3 La precipitación.....	27
3.2.1.4 La temperatura.....	27
3.2.1.5 Zona de vida .....	28
3.2.1.6 Suelos .....	28
<b>IV OBJETIVOS</b> .....	<b>31</b>

4.1	<i>Objetivo General</i> .....	31
4.2	<i>Objetivos Específicos</i> .....	31
<b>V.</b>	<b>Metodología</b> .....	<b>32</b>
5.1	<i>Determinación de la secuencias de labores</i> .....	32
5.2	<i>Descripción del manejo de las malezas</i> .....	32
5.3	<i>Revisión de programas culturales y químicos de manejo de la maleza</i> .....	32
<b>VI.</b>	<b>Resultados</b> .....	<b>33</b>
6.1	<i>Secuencia de labores de uso general</i> .....	33
6.2	<i>Secuencia de labores como propuestas en el presente trabajo</i> .....	37
6.2.1	Caña soca con humedad residual.....	37
6.2.2	Caña soca con poca o ninguna humedad .....	38
6.2.3	Caña soca con riego.....	38
6.3	<i>Malezas más importantes y métodos de control</i> .....	39
6.3.1	Malezas .....	39
6.3.2	Control manual.....	41
6.3.3	Control mecánico.....	41
6.3.4	Control químico .....	42
<b>VII.</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>44</b>
<b>VIII.</b>	<b>Recomendaciones</b> .....	<b>45</b>
<b>IX.</b>	<b>Bibliografía</b> .....	<b>46</b>

## Índice de Cuadros

Cuadro 1.	Recomendaciones de nitrógeno (kg. de N/ha) para los suelos derivados de cenizas volcánicas de Guatemala. ....	12
Cuadro 2.	Tratamientos de herbicidas aplicados en plantaciones de caña de azúcar. ....	18
Cuadro 3.	Aproximación del número de sitios experimentales para la evaluación de variedades promisorias en la zona cañera del sur de Guatemala CENGICAÑA. ....	29

## Índice de Figuras

Figura 1.	Foto de la caña, donde se puede observar rebrote de caña soca .....	10
Figura 2.	Zona del área cañera de la costa sur de Guatemala. ....	26
Figura 3.	Secuencia de labores en cañas socas sin riego. ....	39
Figura 4.	Secuencia de labores en cañas socas con riego .....	40

## RESUMEN

### PROPUESTA DE MANEJO DE SECUENCIA DE LABORES PARA EL CULTIVO DE CAÑA SOCA (*Saccharum officinarum* L), EN LA COSTA SUR, GUATEMALA.

#### A PROPOSAL OF CROP MANAGEMENT SEQUENCE IN SUGARCANE CULTIVATION (*Saccharum officinarum* L.), AT LOWLANDS OF GUATEMALA.

En cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), ha incrementado su área de cultivo, hasta convertirse en una de las principales actividades económicas y sociales del país. Durante todo este periodo se ha generado tecnología y el presente documento lo conforman los conocimientos construidos a través de la experiencia de campo en el tema de manejo de las malezas, incorporado dentro de todo un paquete de secuencias de labores, en la renovación de cañales (caña soca). Opciones tecnológicas que les permitan a los productores ser altamente eficientes con los mejores márgenes de rentabilidad.

El control químico resulto más rentable en el control de malezas, actividad que se a incrementado y ha desplazado al control mecánico y control manual, pero con las precauciones necesarias, ya que la caña de azúcar es susceptible a la acción de los herbicidas.

El mayor ahorro está en la planificación de las labores de preparación de suelo cuando de caña soca se trata, lo cual implica reducción y sincronización de labores, especialmente en las actividades de control de malezas. Con el programa que se propone se ahorra entre una a dos labores de control de malezas que globalmente equivale a 15% - 25 % de ahorro en los costos.

Los objetivos del presente trabajo se enfocaron en documentar las estrategias de manejo de malezas y secuencias de labores para el cultivo de caña soca, en la costa sur de Guatemala.

Se trabajó en los lineamientos para el establecimiento de las secuencias de labores en caña soca.

Las actividades para el mantenimiento del cultivo de caña (caña soca), depende de las condiciones agroclimáticas y de la diversidad florística, por lo que lo más conveniente es establecer una secuencia de labores de acuerdo a la distribución altitudinal de producción del cultivo.

De acuerdo a lo anterior las labores normales se clasifican en 1) Caña soca con humedad residual; 2) Caña soca con poca o ninguna humedad; 3) Caña soca con Labranza mínima con riego y 4) Caña soca con Labranza mínima sin riego.

## I. Introducción

En cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L), tiene un tallo macizo de 2 a 5 metros de altura con 5 ó 6 cm. de diámetro. El tallo acumula un jugo rico en sacarosa, compuesto que al ser extraído y cristalizado en el ingenio forma el azúcar. Se ha generado tecnología, producto de la experiencia de trabajo con el cultivo, por lo que las labores para el cultivo de caña soca se han ido generalizando a través de los años.

Dentro de las principales especies vegetales que compiten con el cultivo están la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), coyolillo (*Cyperus rotundus* L), Pasto Johnson (*Sorghum halapense*), Pelo de conejo (*Oplismenus burmannii*), flor amarilla (*Melampodium spp*), mozote (*Bidens alba var. radiata*), quilete (*Amaranthus spp.*), Bermuda (*Cynodon dactylon*), hierba de pollo (*Commelina coelestis*), Pata de gallina (*Eleusine indica*), Mozote (*Cenchrus echinatus*), Hierba buena (*Borreria latifolia*), Golondrina (*Euphorbia hirta*), Pascuita (*Euphorbia heterophylla*), y bejuco (*Ipomoea spp.*). Las primordiales actividades para caña soca, depende del contexto agroclimáticos, por lo cual es más conveniente el establecer una secuencia de labores de acuerdo a la distribución altitudinal de producción del cultivo (zona baja, zona media y zona alta).

El control químico es el método más rentable en el control de malezas, por lo que las secuencias de labores poseen un fuerte componente de uso de agroquímicos, debiendo manejar con sumo cuidado las actividades de maduración artificial del cultivo y evitar que se manifieste en la caña soca los efectos de una mala aplicación de madurantes. Para finalizar se recomienda continuar con los estudios de productos promisorios en el control de malezas y mientras no surjan productos mejores utilizar los siguientes ingredientes activos dentro de los programas de secuencias de labores: 2-4-D, Glifosato, Trifloxysulfuron + Ametrina; Ametrina; Atrazina; Halosulfuron; Terbutrina; Carbaryl y Pendimetalina.

## **II. Definición del Problema**

La secuencia de labores en el cultivo de la caña de azúcar históricamente se ha orientado al control de las malezas, lo cual es fundamental, ya que constituye en promedio el 30 por ciento de los costos de sostenimiento del cultivo (desde la cosecha hasta el corte en la próxima cosecha). Toda esta actividad obviamente a generado una serie de conocimientos, beneficio de la práctica en campo, investigación que no ha sido debidamente documentada y por lo tanto no disponible para ponerla en práctica y se corre el riesgo de perder por falta de una adecuada sistematización.

Todo este fenómeno ha logrado ubicar a Guatemala en el quinto lugar de producción a nivel mundial, y segundo a nivel de eficiencia de acuerdo a los rendimientos de producción por unidad de área. Para que toda esta riqueza no se pierda es necesario documentar toda esta información. Los precios del azúcar en el Mercado Internacional, han mejorado ubicando los precios alrededor de 20 dólares por quintal, motivando a los productores a ser eficientes. En conclusión un programa general de secuencias de labores enfocado en el componente control de malezas se hace importante para seguir produciendo caña de azúcar de la mejor calidad, sin detrimento de los márgenes de rentabilidad.

Con un programa como el que se propone, se podría ahorrar entre una a dos labores de control de malezas que globalmente equivale a un 15% de ahorro en los costos. Aparte debe considerarse el incremento de la producción que se tendría debido al eliminar la competencia en de las malezas sobre el cultivo.

### III. Marco Teórico

#### 3.1 Marco Conceptual

##### 3.1.1 Caña de azúcar (Saccharum officinarum L)

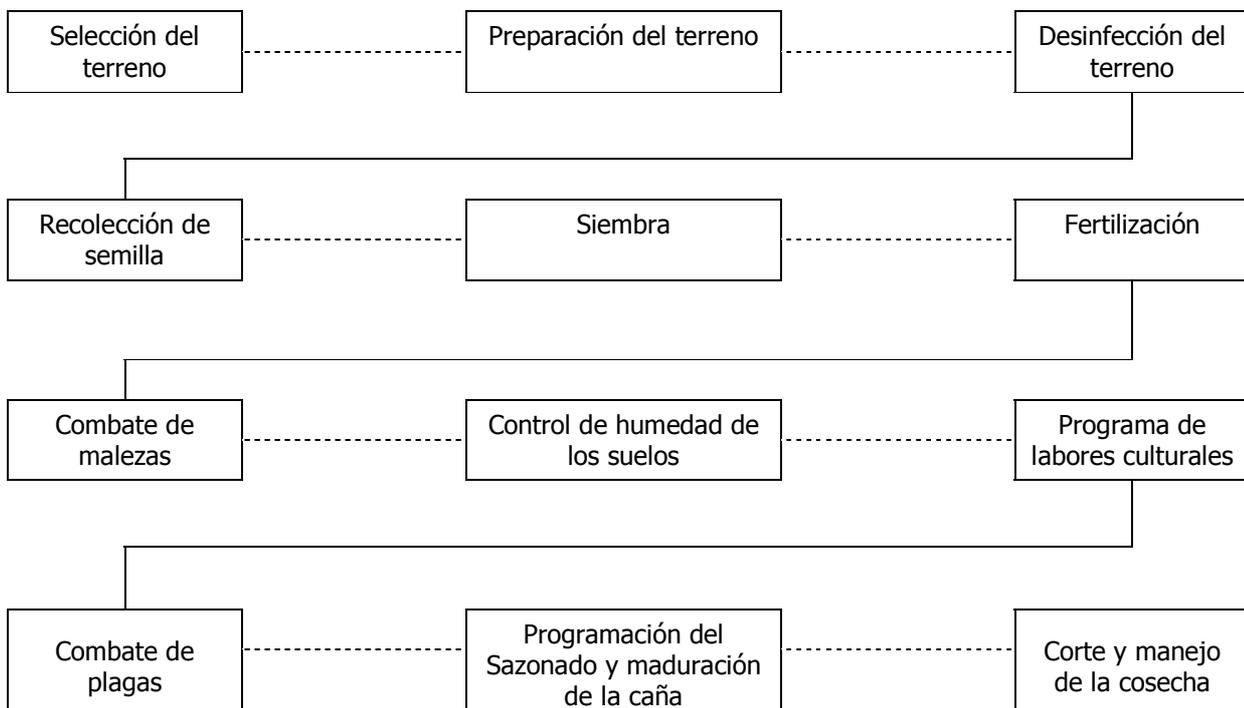
La caña de azúcar pertenece a la familia de las *gramíneas* y al género *Saccharum.*, en el cual existen seis especies: *S. spontaneun*, *S. robustum*, *S. barberi*, *S. sinensi*, *S. edule* y *S. officinarum*. Comercialmente la caña de azúcar tiene clones que son derivados de las combinaciones entre las seis especies anteriores, predominando las características de *S. officinarum* como productora de azúcar (23, 24).

Para seleccionar la opción de secuencia adecuada, requerida por un usuario en particular, deben tomarse en cuenta los siguientes lineamientos:

1. Tipo de plantación (Caña Plantía, Caña Soca)
2. Momento de corte/siembra
3. Zonas o administraciones geográficas
4. Tipo de suelo
5. Malezas típicas o pioneras
6. Tipo de humedad: Natural o por riego (gravedad o aspersión).

Ya ubicado en la secuencia requerida de acuerdo a las consideraciones anteriores, debe diseñarse la respectiva opción de secuencias.

### 3.1.2 Secuencia de operaciones en el cultivo de la caña de azúcar en Guatemala



### 3.1.3 Selección del terreno

La temperatura, la humedad y la luminosidad, son factores importantes del clima que controlan el desarrollo de la caña de azúcar la cual es una planta tropical y se desarrolla mejor en lugares calientes y soleados; cuando prevalecen temperaturas altas la caña de azúcar alcanza un gran crecimiento vegetativo y bajo estas condiciones la fotosíntesis se desplaza, hacia la producción de carbohidratos de alto peso molecular, como la celulosa y otras materias que constituyen el follaje y el soporte fibroso del tallo. Para la selección óptima del terreno se tiene que tomar en cuenta los requerimientos ideales para el desarrollo adecuado del cultivo. Si se tienen reportes que a bajas temperaturas todas las variedades de caña tienen una menor eficiencia y más baja proporción de desarrollo, la caña de azúcar se cultiva con éxito en la mayoría de suelos, estos deben contener materia orgánica y presentar buen drenaje tanto externo como interno, y que su pH oscile entre 5.5 a 7.8 para su óptimo desarrollo, y el terreno ideal para este cultivo es la costa sur de Guatemala.

### 3.1.4 Preparación del terreno

La caña de azúcar es una planta perenne y su vida económica se prolonga durante varios ciclos ya que permite cinco cortes (socas), beneficio que se obtiene con una buena preparación del terreno, requiere de un manejo adecuado desde su inicio, el cual requiere una buena preparación de suelos. Si la siembra se va realizar en los meses de diciembre a enero las labores del suelo se hacen de acuerdo a la humedad, o sea a finales de la época lluviosa o a principios de la época seca. Dentro de las labores para una buena preparación de suelos se recomienda los siguientes pasos de trabajo para la preparación y adecuación de la tierra que se mencionan a continuación: Levantamiento topográfico<sup>1</sup>, limpieza o descepada<sup>2</sup>, Nivelación<sup>3</sup>, Subsolada<sup>4</sup>, Arada<sup>5</sup>, Rastrea<sup>6</sup>, Surcada<sup>7</sup> (4, 7).

### 3.1.5 Diseño de campo para cosecha mecanizada

Para obtener mayor eficiencia de las cosechadora; los tablones deben diseñarse con surquería de 300 a 500 m de largo y lo más plano posible, dejando pendiente mayor en el mismo sentido de la regadera el aporque de estos campos es fundamental para estar la caída de los tallos (25).

### 3.1.6 Semilla

La semilla de caña la constituye un trozo de tallo con tres yemas como mínimo. La siembra de semilla de caña de alta calidad, es seguramente el paso más simple y trascendente para que los cañeros deban tener en cuenta para regenerar la producción. Por esta elemental razón, la obtención de semilla debe ser una parte integral en la proyección de la plantación. La calidad de

<sup>1</sup> El plano topográfico debe incluir las vías internas de la finca, la localización de los cercos existentes y la posición de la fuente de abastecimiento de agua;

<sup>2</sup> consiste en eliminar los desechos de los cultivos diferentes a la caña o en la destrucción de las cepas viejas, en caso de renovación.

<sup>3</sup> se debe efectuar en época seca, siguiendo la conformación natural del terreno y con un desnivel de 2 por mil, el cual permite un control eficaz del agua superficial, tanto para fines de desagüe como de riego. Se emplean traillas, tractores, moto niveladoras y landplane;

<sup>4</sup> su objetivo principal es romper y fragmentar las capas de tierra impermeables que se van formando en las tierras cultivadas, especialmente con este cultivo por el tamaño y peso de la maquinaria de cosecha, para mejorar el drenaje interno y la aireación del suelo. Se recomienda a una profundidad de 50-60 cm y una separación entre cortes de 1,50 m;

<sup>5</sup> esta labor persigue romper y voltear la capa arable del terreno, a una profundidad de 25 cm en suelos poco profundos y de 35-40 cm en suelos profundos, se debe efectuar en época seca, con arados de disco o vertedera o también con rastras pesadas tipo Rome;

<sup>6</sup> se utiliza para cortar, desterronar y voltear el suelo, hasta mullirlo, así como para destruir e incorporar los residuos de cosecha. Se aconseja una o dos pasadas de rastra, utilizando rastras de varios discos deben impedirse el afinamiento excesivo del suelo, especialmente en zonas muy ventosas;

<sup>7</sup> los surcos, si las condiciones y la topografía del terreno lo permiten, deben ser trazados con gradientes de 1 a 2%, en líneas rectas o en contorno. Para esta labor se utiliza un implemento, especial de zanjeadores o cuerpos

la semilla está determinada por la ausencia de enfermedades, la pureza de la variedad y la capacidad de germinación. Las enfermedades más serias en la caña son, el mosaico, la raya clorótica, Escaldadura foliar, Raquitismo de la soca, Raya roja, Carbón, Pokkah boeng, Roya se pueden propagar al sembrar semilla infectada. La producción de semilla en semilleros manejados técnicamente es la forma más fácil de asegurar que la semilla sea pura; un semillero es un área exclusiva del cañaveral para producir la semilla, la cual debe provenir del primer o segundo corte únicamente; la cosecha posterior se deja como caña comercial; Los semilleros deben planearse con anticipación a la siembra, con el fin de obtener la cantidad de semilla necesaria para la plantación comercial. Una hectárea de semillero en excelentes condiciones produce alrededor de 60 toneladas de semilla, con la cual se siembran hasta seis hectáreas. La semilla de caña debe provenir de caña joven, de siete a nueve meses de edad y del primer o segundo corte como máximo, para asegurar un florecimiento uniforme, evitar la resiembra y mermar el combate de malezas (4).

### **3.1.7 Tratamiento de Semilla**

Es importante tener en cuenta que si se deja transcurrir mucho tiempo entre el corte de la semilla y la siembra, puede disminuir la germinación, el tiempo máximo recomendado es cinco días después del corte. Para evitar el raquitismo de las socas, que puede transmitirse en la semilla de caña, además de los cuidados en el semillero y en la corta, los trozos deben ser tratados preferiblemente con calor, procedimiento que es parte esencial de cualquier esquema de producción de semilla de caña. Existen varios métodos para el tratamiento con calor: con agua caliente, con aire caliente, con vapor aireado y utilizando cal, pero el más fácil en el campo es el químico, utilizando una combinación de insecticida y fungicida aplicado al material de caña sembrado en el fondo del surco. La cantidad de semilla necesaria para sembrar una hectárea

oscila entre 8 a 10 toneladas de acuerdo con la capacidad de brotamiento y macollamiento de la variedad y con el peso de los tallos, los que pueden ser delgados (4).

### **3.1.8 Variedades**

Productivamente existe una diversidad de variedades de caña de azúcar, dentro de las cuales existen variedades tempranas, medianas y tardías, el problema en la actualidad es que existen mezclas entre dichos materiales, lo que afecta su maduración y contenido de azúcar (4).

### **3.1.9 Sistemas de siembra**

Existen diferentes modalidades de siembra como son cadena simple, y simple traslapada, cadena doble simple y doble traslapada. Se recomienda utilizar cadena simple traslapada, con el objetivo de evitar las altas densidades poblacionales, reduciendo así la competencia por el agua y los nutrientes del suelo (4).

### **3.1.10 Siembra**

Se recomienda que dicha labor se realice de norte a sur para lograr una mayor captación de luz solar. El material de siembra debe ser de preferencia de cultivos sanos y vigorosos, con una edad de seis a nueve meses, se recomienda utilizar la parte media del tallo, se deben utilizar preferentemente esquejes con 3 yemas, El tapado de la semilla se puede realizar de tres formas: manualmente utilizando azadón, con tracción animal, y mecánicamente. La profundidad de siembra oscila entre 20 a 25 cm, con una distancia entre surco de 1.30 a 1.50 m. La semilla debe de quedar cubierta con 5 cm de suelo, una capa más gruesa retrasa la emergencia y a menudo ocasiona la mortalidad de la semilla, el espesor de la tierra que se aplica para tapar la semilla no sólo influencia la germinación y el establecimiento de la población, sino también el desarrollo temprano de las plantas de caña (4).

### 3.1.11 Fertilización

La planta de caña posee altos requerimientos nutricionales en consideración a su elevada capacidad de extracción, y remoción de nutrientes del suelo y a su alta producción de materia verde y seca. Se ha demostrado en la práctica que este cultivo rápidamente agota los suelos, siendo necesario un programa adecuado de fertilización, que restituya al suelo lo extraído por la planta, y lo que haya perdido a través de la materia prima cosechada y procesada en el ingenio. Para una buena fertilización en el cultivo se recomienda realizar análisis de suelo previo a la siembra y análisis foliar a los 4 meses de edad, para conocer el estado nutricional de la planta. A la falta de dichos análisis se recomienda la siguiente fertilización: 202.2 kg/ha de nitrógeno, 79.95 Kg/ha de fósforo, 100.1 kg/ha de potasio, fraccionándolo de la siguiente manera:

<b>Caña plantía</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
A la siembra	1/3	Todo	1/2
A 35 dds	1/3	0.0	1/2
A los 6 meses	1/3	0	0

Para caña Soca se recomienda utilizar, 180.05 kg/ha de Nitrógeno; 35.75 kg/ha de fósforo, siempre y cuando se haya realizado la fertilización completa en caña nueva o plantía.

<b>Caña Soca</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
Inicio de invierno	1/2	Todo	0
35 días después	1/2	0	0

Debido a que el nitrógeno es muy volátil se recomienda su fracción en tres aplicaciones, estudios en Taiwán reportan que por cada 2 k de N, se obtiene 1 tonelada de caña, pero hay que tener

mucho cuidado con su exceso, ya que puede ocasionar una maduración muy tardía. En cuanto a fósforo se tiene reporte que es poco móvil en el suelo por eso hay que aplicarlo todo a la siembra y más cerca de la planta. El potasio se fracciona en dos aplicaciones porque se lava muy fácilmente y se recomienda aplicarlo 1 vez cada 3 años (7).

### **3.1.11.1 Fertilización en caña plantía**

Sin embargo la fertilización de plantación se lleva a cabo al fondo del surco y en función a los contenidos de fósforo y potasio, mientras que para el nitrógeno normalmente por el historial del área, por los motivos ya mencionados y que tienen que ver con la respuesta a ese nutriente en caña planta. La recomendación guía es como sigue:

<b>Nutriente</b>	<b>Dosis en kilos / ha</b>
Nitrógeno	30 a 40
Fósforo	150 a 170
Potasio	120 a 140

En suelos con contenido de arcilla menor a 25 %, que presentan menor fijación del fósforo, y con contenidos bajos de ese nutriente (P en resina < 10 mg/dm<sup>3</sup>), se debe hacer una aplicación de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en área total, para lo cual se puede utilizar superfosfato simple o productos equivalentes, como fosfatos reactivos, súper fosfato triple, termo fosfatos, etc. Esta práctica tiene por finalidad corregir la deficiencia de ese elemento, como así mismo elevar el contenido del fósforo en el suelo, promoviendo de esta manera un desarrollo radicular mucho mayor, debido a la relación de equilibrio. Es importante destacar que la adopción de esta práctica debe estar respaldada por un estudio económico, relativo a obtener el punto de equilibrio de la adopción (2).

### **3.1.11.2 Fertilización en caña soca**

La fertilización de plantación de igual manera sigue el criterio anteriormente utilizado, con las variantes propias que nos imponen otras necesidades de uso de nutrientes por parte de la caña,

producto de la ya instalación del cultivo, lo que de hecho condiciona otros niveles de utilización de estos nutrientes. Con relación al fertilizante nitrogenado, la dosis es aproximadamente de 1 kilo de nitrógeno por tonelada de tallo producido, vale decir que la productividad esperada jugará un papel importante en la decisión de las cantidades a ser utilizadas. Con relación al fósforo en caña soca, las condiciones de respuesta a la aplicación de este elemento, se dará cuando en el análisis de suelo las condiciones de acidez son satisfactorias, esto es,  $V \% > 50 \%$  y cuando los contenidos de P en el suelo son bajos ( $Resina < 15 \text{ mg/dm}^3$ ). Así se sabe que  $10 \text{ mg.dm}^3$  equivale a  $46 \text{ kg/ha}$  de  $P_2O_5$ , se estima necesario una nueva fertilización en socas de por lo menos 30 kilos por ha. En cuanto al potasio, igualmente se debe tener en cuenta la expectativa de productividad, bien como los contenidos de este elemento en el análisis de suelo, cuando disponibles. Buscando siempre observar una relación N: K en la faja de 1:1 a 1,5. Recomendación guía de fertilización en caña soca en función a la productividad esperada (2).

La figura 1 indica el rebrote de caña soca para ilustrar, el término.

El fósforo en cañas socas debe ser aplicado en concepto de dosis de mantenimiento, a razón de 30 kilos de P por ha. Formulaciones de fertilizantes más utilizados en el cultivo de la caña.



**Figura 1. Foto de la caña, donde se puede observar rebrote de caña soca**

Fuente: el autor.

<b>Caña plantía</b>	<b>Caña soca</b>
5-30-20	20-05-20
5-30-25	20-08-30
4-30-10	18-08-24

**(2).**

### **3.1.12 Fertilización orgánica**

La fertilización orgánica en el cultivo de la caña dulce se basa principalmente en dos fuentes; el estiércol de aves<sup>8</sup> el más utilizado por su disponibilidad, y la torta de filtro<sup>9</sup>, utilizado casi con exclusividad en los cultivos propios. En menor escala a nivel de cañeros el estiércol de ganado vacuno, y la vinaza<sup>10</sup> como fertilizante de irrigación incipiente. Siendo el estiércol de aves el más utilizado merece especial atención, atendiendo a su propia composición que muchas veces o casi en la generalidad no reúne la concentración adecuada de algunos nutrientes especialmente el fósforo, elemento vital en la planta, y en menor grado el potasio. La composición media de 10 muestras de estiércol de gallina, en términos de kilos por tonelada es de 17.75 de N; 18.38 de P; 19.86 de K; 310.6 de M.O. y 9.48 de humedad.

Se toma en cuenta que la recomendación básica de fertilización en caña planta es como sigue; 30 a 40 kilos de nitrógeno por ha, 150 a 170 kilos de fósforo y 120 a 140 kilos de potasio por ha, se tiene un importante déficit en cuanto al fósforo (68 kilos / ha), y de 30,7 kilos por ha para el potasio (2).

<sup>8</sup> Contribuye a mejorar suelos degradados proporcionando una amplia gama de nutrientes. En estos suelos degradados abonos orgánicos son esenciales para mejorar las condiciones del suelo. Se pueden complementar con fertilizantes químicos los cuales solos generalmente no mejoran de forma sostenible suelos degradados. En suelos fértiles la aplicación de estiércol contribuye a mantener la materia orgánica en el suelo y estimula la actividad micro y meso biológica del suelo. Gallinaza fresca mezclada con aserrín de pino contiene 50-60% de agua, 1-1.5% N, 0.25% P (P205), 0.5-1.0% K (K20) con una relación C:N de 12. 100 qq de gallinaza mejora la estructura del suelo a mediano plazo.

<sup>9</sup> La agroindustria azucarera-alcoholera genera varios residuos como resultado de su actividad productiva, entre los cuales pueden destacarse los siguientes: 1) cachaza o torta de filtro, como resultado del proceso de clarificación del jugo en el proceso industrial de fabricación del azúcar,

<sup>10</sup>2) vinazas como subproducto del proceso de destilación del alcohol.

**Cuadro 1. Recomendaciones de nitrógeno (kg. de N/ha) para los suelos derivados de cenizas volcánicas de Guatemala.**

Suelo Predominante	Categoría de MO	Plantía	Soca	
		Dosis de (kg./ha)	Dosis de (kg./ha)	Dosis de (kg./ha)
Mollisol – Entisol	Baja (<3.0%)	80	100 - 70	1.14
Andisol - Incentisol	Media (<3.0 – 5.0%)	60 -80	90 -140	1.0
Andisol	Alta (>5.0%)	60	80 - 110	1.0

<sup>1/</sup>Relación N: TC de referencia = Relación N tonelada de caña según categorías de MO

Las recomendaciones de nitrógeno para plantías varían de 60 a 80 kg. de N/ha en tanto que para socas las recomendaciones son mayores dependiendo de la MO del suelo y del potencial productivo del cañaveral. Para suelos con contenidos bajos de MO (<3.0%) se ha encontrado que se requiere 1.14 kg. de N por Tm de caña producida (Relación Nitrógeno Tonelada de Caña –N: TC-). En tanto que para suelos con contenidos medios y altos de MO la relación N: TC es menor de (1.0). Las recomendaciones de N (kg/ha) para las distintas categorías de MO del cuadro indican las fluctuaciones de las dosis de nitrógeno en lotes menos productivos (rango inferior de la dosis) a lotes más productivos (2).

### 3.1.13 Aporque

Se recomienda aporcar la plantilla a los 60-80 días, dependiendo del crecimiento. Esto permite una mejor eficiencia del riego, control adicional de las malezas y mantener los tallos erectos, necesario para la cosecha mecanizada. La soca se puede aporcar a los 50-60 días de edad (1).

### 3.1.14 Tratamiento de las socas

Al retirar la cosecha, se debe limpiar el tablón, requemando los restos de hojas y tallos. Proceder a regar de inmediato. Antes del segundo riego, rajar soca, esto significa hacer un subsolado liviano a fin de raíces las raíces y desaporcar el hilo. Aplicar herbicida de acuerdo a las condiciones de las malezas y abonar con 350 Kg. de urea y 300 a 400 Kg. de cloruro de potasio

por hectárea, antes de realizar el aporque (días). De esta forma, el abono queda enterrado y disponible para la caña. Las demás labores son iguales a las señaladas para la plantilla (1).

### **3.1.15 Agoste de la caña**

Es la suspensión del riego previo a la cosecha, para ayudar a madurar la caña y facilitar el quemado. Dependiendo de las condiciones climáticas de la zona, suspensión del riego generalmente es a los 15 días, más antes de la quema, dependiendo de la zona (1).

### **3.1.16 Flora de malezas**

Numerosas especies de malezas anuales y perennes, frecuentemente en los cultivos, se encuentran en las plantaciones cañeras, tales como las gramíneas *Echinochloa colona* (L.) Link, *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *D. ciliaris* (Retz.) Koel., *Brachiaria fasciculata* (Sw.) Blake, *B. platyphylla* (Griseb.) Nash; y las especies de hoja ancha (dicotiledóneas) *Portulaca oleracea* L., *Amaranthus* spp., *Bidens pilosa* L., *Ageratum conyzoides* L., *Euphorbia heterophylla* L., *Chamaecybe* spp., *Cleome viscosa* L., *Sonchus oleraceus* L., *Phyllanthus* spp., entre otras. En cañas soca predominan otras especies, tales como *Panicum maximum* Jacq., *Paspalum* spp. e *Ipomoea* spp. El uso de herbicidas generalmente cambia la composición de especies en estas plantaciones. *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton, *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Setaria* spp., *Oxalis* spp. y varias especies Cyperaceae como *Cyperus rotundus* L. y *Kyllinga* spp. son las malezas más comunes en áreas donde se usan herbicidas.

### **3.1.17 Competencia de malezas**

Tal como en otros cultivos, las malezas compiten con las plantas de caña de azúcar por agua, luz y nutrientes minerales, las que también pueden afectar el crecimiento de la caña de azúcar a través de exudados radicales y lixiviados foliares alelopáticos. Los efectos de varios experimentos realizados en diferentes zonas demostraron claramente que la competencia de las malezas dentro de los primeros cuatro meses después de la plantación es muy dañina para los rendimientos de caña y de azúcar. Así, el control de malezas debe iniciarse lo antes posible después de la plantación o de la cosecha. Desde el momento de emergencia de los tallos primarios, entre 3 y 4 labores de limpia con intervalos entre 3 y 4 semanas como promedio, deben ser adecuadas para controlar las malezas durante el período crítico de su competencia con el cultivo (13).

### **3.1.18 Combate a las malezas**

La caña de azúcar es reglamentariamente de un crecimiento inicial lento y lo cual necesita que se le logren dar para disputar con 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 de caña, y de no controlarse a tiempo se producirían grandes pérdidas en el rendimiento y producción final de azúcar. El control de las malezas se puede realizar de las siguientes formas: manual, mecánico y químico Control manual: se utiliza en explotaciones pequeñas de difícil mecanización por la topografía del terreno, también es usado en explotaciones medianas, y cuando la aplicación de productos químicos no ha sido eficaz. Control Mecánico: se basa en el efecto que sobre las malezas ejercen los implementos

acoplados al tractor. Una buena preparación de tierras permite a la caña soca emerger con muy pocas malezas, que con un método efectivo de control, puede llevar al cultivo al cierre, es decir cubrir la superficie con el follaje y controlar las malezas por sombrero. Pases sucesivos de cultivadores o labores de aporque, ayudan también a controlar las malezas. Este método de control de malezas se usa en explotaciones que cuentan con maquinaria adecuada y un clima y topografía favorable. Control químico: La gran mayoría de los productos químicos requieren que las malezas estén comenzando su germinación o estén en etapas iniciales de crecimiento, y que haya suficiente humedad en el suelo, para actuar eficientemente. El producto o productos químicos a utilizar deberán ser seleccionados en función de los tipos de malezas predominantes. Este último control es más eficaz y económico, cuando la maleza no ha emergido. La mejor hora para su aplicación es en la mañana porque los estomas están abiertos, y para una mejor eficiencia del producto se debe utilizar un adherente para mayor penetración. Se recomienda utilizar las siguientes mezclas de herbicidas en pre y post emergencia temprana para el control de las malezas. Para la caña hay dos épocas de aplicación:

- a) **Preemergente:** Cuando las malezas aun no han emergido, hasta cuando comenzaron a notarse ciertos manchones verdes en el campo, como resultado de la emergencia de las malezas y aparición de una o dos hojas en ellas.
- b) **Postemergente:** cuando las malezas alcanzan 4 a 5 hojas y prácticamente su germinación es generalizada en todo el campo.

El establecimiento de las etapas de las malezas es importante para determinar el producto y dosis a aplicar. El crecimiento de las malezas mas allá de lo señalado en postemergencia, provoca un control más dificultoso, y la ventaja de su bajo costo se pierde, pues deben utilizarse mezclas con otros productos que encarecen la labor (8).

### 3.1.19 Herbicidas utilizados para controlar malezas en caña de azúcar

A continuación se listan los herbicidas más utilizados en el cultivo de caña de azúcar:

<b>Herbicida</b>	<b>dosis</b>	<b>aplicación</b>	<b>malezas</b>
Atrazina	1-2 kg/ha	preemergente	gramíneas y hojas anchas
Ametrina	1-2 kg/ha	postemergente	gramíneas y hojas anchas
Diuron	1 -1,5 kg / ha	preemergente	gramíneas y hojas anchas
2,4-d	1 -2 l/ ha	postemergente	hojas anchas y cyperaceas
Glifosato	2-3 l/ ha	quemadas totales pre siembra o dirigido	
Terbutrina	2.5-3.5 l / ha	pre y post emergente	hoja ancha

(4, 10).

### 3.1.20 Manejo de malezas en caña de azúcar

<b>Plantación</b>	<b>Opción</b>
Caña plantía	Control preemergente siempre
Caña soca	Control según oportunidad

### 3.1.21 Oportunidad para el manejo de malezas en caña soca

De acuerdo a la humedad en el suelo:

<b>Momento de la cosecha</b>	<b>Opción de control</b>	<b>Momento de aplicación</b>
Con humedad en las 2 semanas	Preemergente siempre, Pos	2-3 semanas después del corte
Sin humedad en las 2 semanas	Postemergente oportuno	75, 90 o 120 días después corte

De acuerdo a la precipitación y al tipo de suelo:

<b>Zona pluvial</b>	<b>Tipo de suelo</b>	<b>Malezas esperadas</b>	<b>Plan propuesto</b>
Baja	Franco, arenoso	Gramíneas I, Dicots I, Cyp I, Per I	1
	Arcilloso	Gramíneas II, Dicots I, Cyp I, Per I	2
Alta	Franco, arenoso	Gramíneas II, Dicots II, Cyp II, Per II	3
	Arcilloso	Gramíneas II, Dicots II, Cyp II, Per III	4

### 3.1.22 Limpia manual

Para agricultores pequeños, de limitados recursos, el limpia manual es un componente importante de las prácticas de manejo de malezas. Sin embargo, su eficacia está limitada por condiciones de

alta humedad del suelo, y su disponibilidad por los crecientes costos de la mano de obra, y por lo tanto, debe ejecutarse bajo condiciones de suelo seco, y siempre que sea posible, en combinación con otros métodos o prácticas de control de malezas. El descepe de malezas perennes, como *Panicum maximum*, durante el período seco, es una práctica complementaria útil.

### **3.1.23 Control químico**

Existen diversos herbicidas selectivos apropiados para su aplicación en caña de azúcar, pero su uso dependerá de los insumos disponibles a los agricultores. El herbicida de tipo hormonal 2, 4-D se ha usado en los campos de caña de azúcar por más de 40 años. La sal amina y los ésteres de 2, 4-D a 0.5-1.0 kg i.a./ha son las formulaciones más comúnmente usadas, con las que se controla la mayoría de las malezas anuales de hoja ancha, que compiten con la caña de azúcar. Se debe tener cuidado de evitar la deriva de la aspersión y vapores del 2, 4-D, ya que estos pueden causar daños a los cultivos vecinos (tomate, tabaco, pimiento, algodón, leguminosas y otros cultivos de hoja ancha). Cuando existen cultivos sensibles cerca es mejor usar la sal amina, que es menos volátil que los ésteres. Otras medidas que se pueden tomar son: aplicar el herbicida cuando no sople viento a una baja presión, si es posible usar una campana protectora acoplada a la boquilla.

Durante la preparación del terreno, las malezas perennes, tales como *Sorghum halepense* y *Cyperus rotundas* se pueden controlar con glifosato. En la Tabla 1 se muestran los principales herbicidas que se usan en caña de azúcar.

**Cuadro 2. Tratamientos de herbicidas aplicados en plantaciones de caña de azúcar.**

Herbicida	Dosis kg i.a./ha	Tratamiento	Observaciones
<b>ametrina</b>	1.6-3.2	post	Para control de malezas anuales, aplicado de forma dirigida en variedades susceptibles.
<b>Asulam</b>	2.8-4.0	post	Para control de gramíneas anuales y perennes (excepto Panicum maximum), sobre malezas a 20-25 cm de altura.
<b>atrazina</b>	2.4-4.0	pré	Control de anuales (excepto Rottboellia cochinchinensis).
<b>dalapon</b>	7.0-10.0	post	No selectivo en caña, usado dirigido contra malezas gramíneas, como Cynodon dactylon y Brachiaria mutica.
<b>Diuron</b>	2.4-4.0	pre	Control de anuales y en mezclas post con paraquat/MSMA
<b>glifosato</b>	2.0-3.6	post	No selectivo en caña, aplicado dirigido o en presiembra, principalmente para control de perennes.
<b>hexazinona</b>	0.5-1.0	pre	Control de anuales en retoño, usualmente mezclado
<b>diuron</b>			
<b>metribuzin</b>	1.5-2.5	pre	Para control de larga duración de malezas anuales.
<b>MSMA</b>	2.0-3-5	post	Aplicado dirigido, mezclado con diuron u otro herbicida anti-fotosintético, para control de amplio espectro, o solo, contra gramíneas y ciperáceas.
<b>paraquat</b>	0.3-0.4	post	No selectivo en caña, aplicado en mezclas como el último, para control de anuales, principalmente en pre-cierre.
<b>pendimetalin</b>	0.6-1.0	pre	Para control mejorado de Rottboellia y otras anuales, menudo en mezcla con diuron o atrazina.
<b>picloram</b>	0.5-2.0	post	Control de hojas anchas leñosas y resistentes a 2, 4-D
<b>simazina</b>	2.4-4.0	pre	Como atrazina, mejor bajo irrigación.
<b>tebuthiuron</b>	0.8-1.6	pre	Control de malezas anuales.
<b>terbumeton</b>	2.4-4.0	pre	Control de anuales. También en mezclas post como diuron
<b>trifluralin</b>	1.0-2.0	PPI	Contra gramíneas anuales y algunas perennes (órganos deben fraccionarse). Tolerancia de caña varía con cv.

### 3.1.24 Herbicidas.

Los herbicidas recomendados en caña de azúcar son los siguientes:

- Asulam: se emplea a razón de 2,1 l/hl. El gasto es de unos 400 litros de caldo por ha.
- Atrazina: Tanto para mono como dicotiledóneas.
- Cianazina: en preemergencia o con el cultivo antes de la brotación. La dosis es de 2,5 a 5 kg/ha según sea el tipo de suelo (ligero o fuerte).
- Metribucín: se emplea después del aporcado en preemergencia o postemergencia. (0.750 kg/ha).

- Terbacilo: se utiliza en preemergencia a razón de 1-3 kg/ha.
- Terbutrina + Atrazina: se emplea en caña de azúcar después de hecho el caballón o después del desbroce en preemergencia y postemergencia del cultivo a razón de 5-8 l/ha.  
Hay que cuidar no aporcar después del tratamiento.

### **3. 1.25 Descripción de las malezas esperadas:**

#### **Gramíneas I:**

- *Digitaria sanguinalis* (Salea, pasto de conejo)
- *Leptochloa filiformis* (Plumilla)
- *Setaria spp* (Cola de zorro)
- *Echinochloa colonum* (Liendrepuerco, arrocillo)
- *Oplismenus burmannii* (Pelo de conejo)
- *Panicum trichoides* (Ilusión)

#### **Dicotiledóneas I:**

- *Ageratum conyzoides* (Mejorana, flor morada)
- *Melampodium spp* (Flor amarilla)
- *Calyptocarpus wenlandii* (Cachito)
- *Bidens alba var. radiata* (Aceitilla, mozote)
- *Spilanthes americana* (Flor amarilla)
- *Conyza apurensis* (Botoncillo)
- *Drymaria chordata* (Llovizna)
- *Amaranthus spp.* (Bledos, quiletes)
- *Oxalis spp.* (Tréboles, chicha fuerte)
- *Richardia scabra* (Tabaquillo)

#### **Perennes I:**

- *Paspalum conjugatum* (Antena)
- *Paspalum virgatum* (Cabezona, navajuela)
- *Cynodon dactylon* (Bermuda, grama, crin de macho)
- *Cynodon plectostachyus* (Estrella, zacate)
- *Borreria laevis* (Hierba buena)
- *Commelina coelestis* (Tripa de pollo, hierba de pollo)
- *Tinantia erecta* (Canutillo)

#### **Cyperáceas I:**

- *Cyperus odoratus* (Coyolillo, anual)
- *Cyperus pseudovegetus* (Coyolillo)

- *Kyllinga pumila* (Coyolillo)
- *Dichromena ciliata* (Estrellita)

### **Gramíneas II:**

- *Eleusine indica* (Pata de gallina)
- *Paspalum paniculatum* (Cortadera)
- *Panicum fasciculatum* (Pajilla)
- *Chloris spp.* (Ilusión)
- *Cenchrus echinatus* (Mozote)
- *Eragrostis mexicana* (Socabasto)

### **Dicotiledóneas II:**

- *Tithonia rotundifolia* (Girasol de monte)
- *Melanthera nivea* (Botoncillo)
- *Iresine celosia* (Pata de paloma)
- *Impatiens balsaminea* (Chinita, quinceañera)
- *Borreria latifolia* (Hierba buena)
- *Borreria ocymoides* (Hierba buena)
- *Euphorbia hirta* (Golondrina)
- *Euphorbia hypericifolia* (Golondrina)
- *Euphorbia heterophylla* (Pasquita)
- *Euphorbia graminea* (Lechosa)
- *Croton spp.* (Croto)
- *Ipomoea spp.* (Quinamul, campanilla, bejuco)
- *Peperomia pellucida* (Candelilla)

### **Cyperáceas II:**

- *Cyperus rotundus* (Coyolillo común)
- *Cyperus esculentus* (Coyolillo amarillo)
- *Scleria pterota* (Navajuela)

### **Perennes II:**

- *Paspalum spp.* (Grama común)
- *Desmodium spp.* (Pega-pega, bejuco)
- *Dioscorea spp.* (Alambrillo)
- *Hymenostephium chordatum* (Sajan)
- *Senecio ambrosioides* (Hoja de queso)
- *Commelina erecta* (Hierba de pollo, tripa de pollo)

### **Perennes III:**

- *Panicum maximum* (Zacatón, pasto guinea)
- *Sorghum halepense* (Zacate Johnson)

- *Syngonium spp.* (Conde, comemano)
- *Phyllodendron spp.* (Cachito)
- *Caladium bicolor* (Paleta de pintor)
- *Tripogandra cumanensis* (Tripa de pollo)
- *Hamelia patens* (Coralillo) (10).

### 3.1.26 Riego

El agua es vital en la agricultura. La caña de azúcar es un cultivo con relativamente alta eficiencia del uso consultivo del agua. Sus rendimientos de campo y de azúcar son más altos donde se le da atención a las necesidades del agua. Estudios realizados en Australia reportan que el cultivo de caña tiene un requerimiento óptimo de agua de 1,530mm/año, distribuidos de la siguiente manera:

<b>Etapas del cultivo</b>	<b>Periodo. (días)</b>	<b>Evapotranspiración (mm/día)</b>	<b>Requerimiento total de agua. (mm/ días)</b>
Siembra a establecimiento	90	4	360
Crecimiento	150	7	1050
Maduración de azúcares	60	2	120
<b>Total</b>	<b>10 meses</b>		<b>1,530mm</b>

El primer riego en caña plantía es el denominado riego de asiento, el cual debe efectuarse inmediatamente después de la siembra o a más tardar al día siguiente de la misma. Durante los primeros 45 días de edad del cultivo, los intervalos de riego deben estar entre ocho y diez días, para evitar la formación de costra que dificulta la emergencia de los brotes. Después de los 45 días, los riegos se deben distanciar de acuerdo con las necesidades del cultivo, determinadas por las características del suelo, clima y del desarrollo de las cañas. El riego en cañas socas, a diferencia de las plantillas, puede efectuarse con intervalos más largos 14 - 15 días, dado su mayor capacidad de absorber agua en estratos más profundos del suelo, debido a su mayor profundidad radical. El primer riego en soca debe efectuarse inmediatamente después de la quema, debido a que la caña durante el periodo de maduración para la zafra es sometida a una fuerte sequía antes

de la cosecha, y es fuertemente maltratada con las quemas y con los equipos de corte, alza y transporte. Existen diferentes métodos de riego para la caña de azúcar, entre los que se pueden mencionar, riego por inundación, riego por aspersión y riego por goteo. Aquí hay que tomar en cuenta las ventajas, desventajas, eficiencia, beneficios y costos de cada método. Hay reportes en cuanto a su eficiencia de aplicación de agua y extensión regada, para cada uno de los métodos de riego mencionado, como se puede estimar en el consiguiente enunciado.

<b>Método de irrigación</b>	<b>Eficiencia de aplicación de agua (%)</b>	<b>Extensión regada desde un pozo de 35 lt/seg. (ha)</b>
Inundación	60	35
Aspersión	70	43.75
Goteo	90	121.61

Se reportan rendimientos promedios que oscilan entre 126 a 140 t/ha en riego por goteo frente a 122 t/ha en riego por aspersión e inundación. Los intervalos y láminas de riego dependen de las necesidades de la planta de caña, de la disponibilidad de agua, y de la capacidad de almacenamiento del suelo en los cuales se desarrolla el sistema activo de las raíces de la caña (4).

### **3.1.27 Maduración**

Es un proceso metabólico durante el cual la planta suspende su crecimiento y comienza a almacenar en el tallo energía en forma de sacarosa. Medio óptimo para su maduración: poca lluvia, temperatura fresca y bastante luminosidad. Para determinar el punto recomendable de cosecha de la caña de azúcar es necesario dar un seguimiento a las manifestaciones tanto externas como internas de la planta durante su sazónamiento. Dentro de las manifestaciones externas se puede mencionar el acortamiento de entrenudos en el cogollo, cese del crecimiento, presencia de hojas amarillas delgadas y quebradizas, tallos desprendiendo cerosina, brotación de yemas y formación de medula corchosa en la parte superior del tallo. En cuanto a las manifestaciones internas se tiene el contenido de humedad de algunos de los tejidos, el brix, el

contenido de sacarosa del mismo. Se han desarrollado varios métodos de control de maduración, dentro de los cuales, se ha encontrado una buena correlación entre el descenso de la humedad medida en cada método y el aumento en la recuperación de azúcar por tonelada de caña molida, para esto se requiere que la muestra del lote sea bien representativa. La cosecha tiene como meta final entregar al ingenio tallos de caña de azúcar de buena calidad, medida por el contenido de sacarosa, para esto se debe cortar las puntas o cogollos en la operación de recolección, ya que las puntas y las hojas de la caña, contienen poca sacarosa disminuyendo el rendimiento de azúcar, la punta se elimina de manera efectiva por el corte a mano que es el método de recolección escogido en la mayor parte del mundo para el corte de la caña de azúcar. Aunque existen una gran diversidad de cosechadoras mecánicas que además de cosechar la caña, la limpia y la corta en pedazos y la transporta al vehículo que la llevara al ingenio para su proceso. Estas cosechadoras poseen una eficiencia de 1.5 ha equivalente a 240-250 tn/ha. La carga de la caña cosechada a mano en la mayoría de los países cañeros se realiza mecánicamente hacia los camiones y tráileres que se utilizan para su transporte a los respectivos ingenios, para su procesamiento industrial. Algunos países del mundo realizan la cosecha de la caña de azúcar, sin practicar la quema de los cañales, aumentando así sus rendimientos de campo y de azúcar (4).

### **3.1.28 Plagas**

Insectos: *Phyllophaga* ssp, *Aeneolamia postica*, *Diatraea saccharalis*, *Rhopalosiphum maidis*, *Elasmopalpus lignosellus*,

Control cultural: realizar rastreo profundo en nuevas plantaciones o en renovaciones y subsolar a más de 0.60 m de profundidad con el objetivo de matar larvas y pupas y exponerlas al sol como también a pájaros y otros enemigos naturales.

Control químico: Es una alternativa que da buenos resultados, se deben utilizar productos de acuerdo al tipo de insecto plaga detectada en muestreos previos.

### **3.1.29 Enfermedades.**

Las enfermedades de la caña de azúcar constituyen uno de los principales factores negativos para la producción azucarera mundial. En la caña de azúcar destaca la problemática del virus del mosaico por lo que se están incrementando los esfuerzos por parte de las casas comerciales en evitar este mal con variedades resistentes. En las últimas décadas se ha desarrollado, considerablemente, el número de organismos patógenos y agentes etiológicos detectados sobre este cultivo y se han extendido, de forma notable, los que existían con anterioridad. Hoy en día se conoce un inventario de 125 enfermedades, en los 109 países y regiones cañeras. Por tal motivo, el conocimiento de la situación fitopatológica de la caña en el ámbito nacional e internacional, es de vital importancia para prevenir o reducir las pérdidas de la cosecha que producen las enfermedades.

Enfermedades virales: Virus del tipo potyvirus, Raya clorótica

Enfermedades bacterianas: *Xanthomonas albilineans*, *Clavibacter xyli*, *Pseudomonas rubrilineans*(Lee et al) *Stapp*, *Ustilago scitaminea*, *Fusarium moniliforme*, *Puccinia melanocephala*.

## **3.2 Marco Referencial**

### **3.2.1 Características generales del área de influencia**

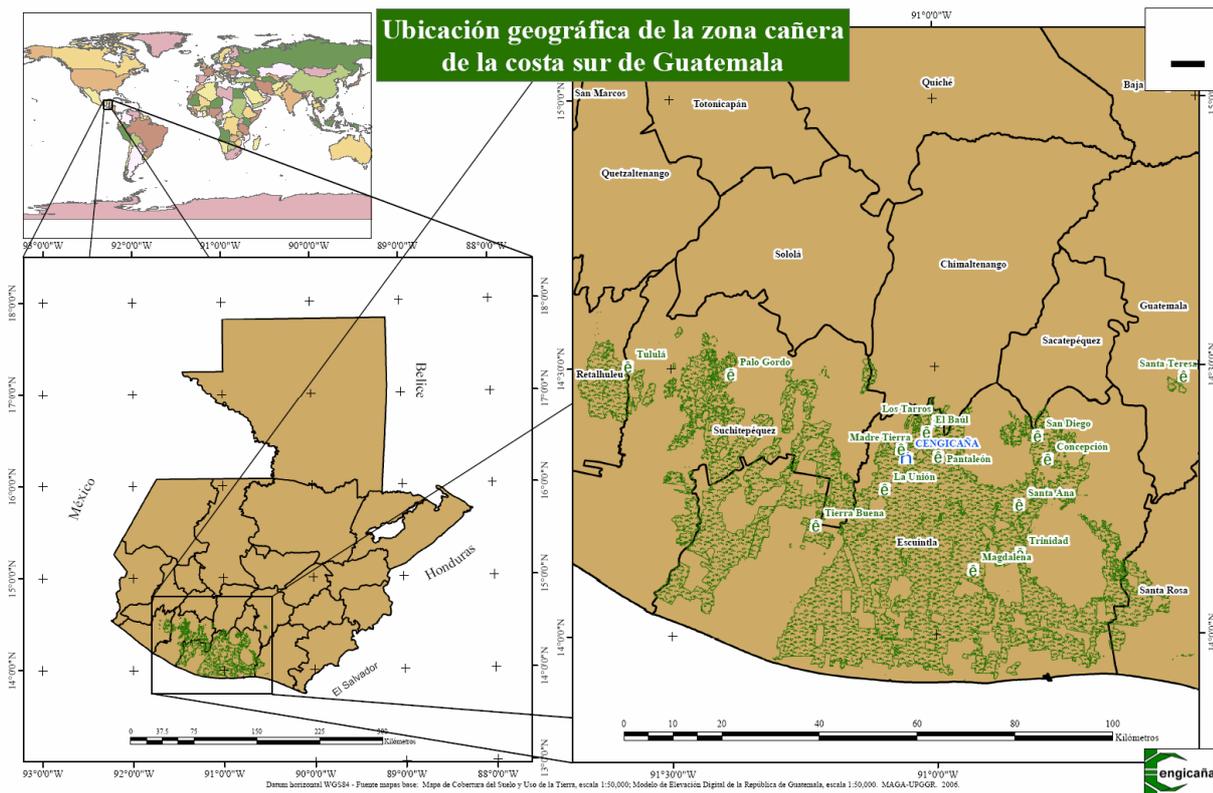
#### **3.2.1.1 Zona del área cañera de la costa sur de Guatemala**

En el área de producción de la caña de azúcar predominan los suelos Mollisoles, aunque también se encuentran suelos del orden Andisol, Entisol e Inceptisol. Pertenecen a los suelos del declive del Pacífico, son suelos profundos, desarrollados sobre material volcánico, de color café claro, relieve plano o semi-plano. Los Mollisoles ocupan el 40% del área cañera de Guatemala. Se encuentran cerca de la planicie costera con un relieve ligeramente plano. Presentan un horizonte "A" color oscuro, rico en materia orgánica; con una saturación de bases mayor del 50% en todos sus horizontes. Predominan las texturas franco arenosas, franca y franco arcilloso. El Horizonte "C" es frecuentemente arenoso. El pH varía de ligeramente ácido a neutro.

Los Andisoles ocupan el 26% del área de producción cañera y se encuentran al pie de la cadena montañosa, su origen procede del fenómeno volcánico de la región y principalmente son cenizas volcánicas. El relieve es ligero a fuertemente ondulado en las partes altas y ligeramente inclinado en el cuerpo de los abanicos. Son suelos poco evolucionados de color muy oscuro, con altos contenidos de materia orgánica, de baja densidad aparente. pH ácido a ligeramente ácida y de alta capacidad de retención de fósforo. Textura franca y franco-arenosa. Estos han sido clasificados dentro de la serie de suelos Tiquisate, el material parental es ceniza de aluvión volcánico de color oscuro, el relieve es casi plano. El suelo superficial es de color café, la textura franca arcillosa fina a franca, con una profundidad efectiva de 40 a 50 centímetros. El subsuelo es color café claro de consistencia friable a suelto, la textura franco arenosa a franco arenosa fina con una profundidad de 30 a 40 centímetros. De acuerdo al sistema de clasificación suelos basada en la capacidad de uso, elaborada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA),

estos suelos se ubican dentro de la Clase I, debido a que poseen un relieve casi plano y ninguna limitación para la producción agrícola (13).

La precipitación promedio anual en áreas arriba de los 50 msnm varía de 1,500 a 2,500 mm, mientras que debajo de los 50 msnm es menor a los 1,500 mm. La temperatura promedio anual es mayor a los 25 grados Celsius. El brillo solar tiene una media de 2485.9 horas, con una mínima de 2424.9 y una máxima de 2623.3 horas. Las condiciones climáticas del área de estudio son las predominantes en un clima cálido húmedo. La temperatura promedio anual es 31 °C, con una máxima de 38 °C y una mínima de 22 °C. El promedio de evapotranspiración potencial estimada es de 4.2 mm/día y un promedio anual de humedad relativa de 80% (13).



**Figura 2. Zona del área cañera de la costa sur de Guatemala.**

Fuente: CENGICAÑA, 1998 (7).

La distribución altitudinal y producción de los ingenios azucareros de Guatemala de acuerdo a CENGICAÑA (1988), se lista de la siguiente forma:

Ingenio	Altitud (msnm)	Azúcar producido zafra 97-98 (tm)	Año de fundación
Santa Teresa	1200	7,331	1863
Santa Ana	180	168,603	1867
Pantaleón	405	293,627	1870
San Diego	600	53,797	1883
El Baúl	540	64,370	1911
Tululá	275	53,672	1914
La Sonrisa	600	2,039	1958
Los Tarros	760	39,675	1960
Concepción	450	163,753	1961
Palo Gordo	300	80,674	1962
Madre Tierra	310	140,296	1963
La Unión	145	190,173	1969
El Pilar	312	173,018	1975
Magdalena	55	160,985	1976
Tierra Buena	65	106,131	1977
Guadalupe	15	59,639	1981
Trinidad	80	36,364	1989

Fuente: CENGICAÑA, 1998 (7).

### 3.2.1.2 Topografía

De acuerdo al sistema de clasificación suelos basada en la capacidad de uso, elaborada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), estos suelos se ubican dentro de la Clase I, debido a que poseen un relieve casi plano y ninguna limitación para la producción agrícola. El relieve es ligero a fuertemente ondulado en las partes altas y ligeramente inclinado en el cuerpo de los abanicos (22).

### 3.2.1.3 La precipitación

La precipitación promedio anual en áreas arriba de los 50 msnm varía de 1,500 a 2,500 mm, mientras que debajo de los 50 msnm es menor a los 1,500 mm (13).

### 3.2.1.4 La temperatura

Temperatura promedio anual es mayor a los 25 grados Celsius. El brillo solar tiene una media de 2485.9 horas, con una mínima de 2424.9 y una máxima de 2623.3 horas Las condiciones

climáticas del área de estudio son las predominantes en un clima cálido húmedo. La temperatura promedio anual es 31 °C, con una máxima de 38 °C y una mínima de 22 °C (13).

### **3.2.1.5 Zona de vida**

Según la clasificación de zonas de vida a nivel de reconocimiento de Guatemala basadas en el sistema de Holdridge, el área de estudio se encuentra ubicada en parte a la zona de vida bosque muy húmedo Subtropical cálido bmh-S (c). Esta zona de vida cubre en la costa sur una franja de 40 a 50 km de ancho desde México hasta Oratorio y Santa María Ixtahuatán, Santa Rosa. Su superficie total es de 40,700 km<sup>2</sup>, lo que representa el 37.41% de la superficie del país (13).

### **3.2.1.6 Suelos**

Son suelos poco evolucionados de color muy oscuro, con altos contenidos de materia orgánica, de baja densidad aparente. pH ácido a ligeramente ácida y de alta capacidad de retención de fósforo. Textura franca y franco-arenosa (22). Estos han sido clasificados dentro de la serie de suelos Tiquisate, el material parental es ceniza de aluvión volcánico de color oscuro, el relieve es casi plano. El suelo superficial es de color café, la textura franca arcillosa fina a franca, con una profundidad de efectiva de 40 a 50 centímetros. El subsuelo es color café claro de consistencia friable a suelto, la textura franco arenosa a franco arenosa fina con una profundidad de 30 a 40 centímetros. En el área de producción de la caña de azúcar predominan los suelos Mollisoles, aunque también se encuentran suelos del orden Andisol, Entisol e Inceptisol. Pertenecen a los suelos del declive del Pacífico, son suelos profundos, desarrollados sobre material volcánico, de color café claro, relieve plano o semi-plano. Los Mollisoles ocupan el 40% del área cañera de Guatemala. Se encuentran cerca de la planicie costera con un relieve ligeramente plano. Presentan un horizonte "A" color oscuro, rico en materia orgánica; con una saturación de bases mayor del 50% en todos sus horizontes. Predominan las texturas franco arenosas, franca y franco

arcilloso. El Horizonte "C" es frecuentemente arenoso. El pH varía de ligeramente ácido a neutro. Los Andisoles ocupan el 26% del área de producción cañera y se encuentran al pie de la cadena montañosa, su origen procede del fenómeno volcánico de la región y principalmente son cenizas volcánicas (22).

**Cuadro 3. Aproximación del número de sitios experimentales para la evaluación de variedades promisorias en la zona cañera del sur de Guatemala CENGICAÑA.**

Estrato	Rango altitudinal (msnm)	Sitios experimentales					
		Altitud (msnm)	Precipitación promedio anual (nun)	Orden del suelo	Evaluaciones preliminares (número)	Pruebas regionales (número)	
I Zona alta	>300	550	>3,000	Andisol	1	1	
		450	>3,000	Andisol		1	
		350	>3,000	Andisol		1	
II Zona media	100 - 300	250	2,500 - 3,000	Andisol	1	2	
		250	2,500 - 3,000	Inceptisol		1	
		ISO	2,000 - 2,500	Andisol		2	
		ISO	2,000 - 2,500	Inceptisol		1	
III Zona baja	<100	75	1,500 - 2,000	Andisol	1	1	
		75	1,500 - 2,000	Mollisol		1	
		<50	<1,500	Mollisol		1	3
		<50	<1,500	Entisol		1	

msnm = metros sobre el nivel del mar

**Estrato I:** El Estrato I o "Zona Alta" es un área comprendida entre los 300 y 800 msnm, que se caracteriza por la predominancia de suelos del orden Andisol. Los regímenes de precipitación son mayores a los 3000 mm anuales. La temperatura promedio anual es menor a 25°C. El Estrato I representa la menor superficie cultivada con caña de azúcar en el país, pero su gradiente altitudinal es mayor que los demás estratos.

**Estrato II:** El Estrato II (100 a 300 msnm) o "Zona Media", es en cuanto a los suelos una zona de transición. Los órdenes predominantes son Andisol e Inceptisol, ocupando áreas diferentes en ese orden de importancia. La precipitación anual en las partes más altas del estrato alcanzan los 3000 mm anuales, mientras que en las partes más bajas es de 2000 mm. En este estrato la temperatura promedio anual es de 25°C.

**Estrato III:** En las áreas del Estrato III o "Zona Baja" (<100 msnm) predominan los suelos Mollisoles, aunque también se encuentran suelos del orden Andisol, Entisol e Inceptisol. La precipitación promedio anual en áreas arriba de los 50 msnm varía de 1500 a 2000 mm, mientras que abajo de los 50 msnm, la precipitación es <1500 mm anuales. La temperatura promedio anual es de 25°C (8).

## **IV OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo General**

Documentar las estrategias de manejo de malezas y secuencias de labores para el cultivo de caña de azúcar soca, en la costa sur de Guatemala.

### **4.2 Objetivos Específicos**

- Establecer las prácticas de manejo de las malezas en el cultivo de caña de azúcar soca.
- Documentar las experiencias en el manejo de secuencias de labores en el cultivo de caña soca.

## **V. Metodología**

### **5.1 Determinación de la secuencias de labores**

Se trabajó inicialmente en las generalidades de el manejo eficiente de la producción de caña, los temas malezas y herbicidas. A continuación se definió, el trabajo técnico, los lineamientos generales para el establecimiento de "áreas a trabajar" en cada administración de los diferentes ingenios del país, en los que se pudo desarrollar las secuencias generales de labores, propuestas con la observación de cada uno de los expertos de cada ingenio concerniente. Cada una de las gestiones fueron consensuadas con los expertos, dándole el seguimiento respectivo; después de definir las secuencias de labores se recopiló información pertinente sobre las labores más apropiadas para el manejo del cultivo de caña soca, para tomar en cuenta momento de la discusión de los resultados. Además se realizó una revisión de los registros personales y publicaciones electrónicas en línea, así como libros sobre herbicidas y tesis disponibles del área de trabajo.

### **5.2 Descripción del manejo de las malezas**

Se revisaron los registros de las experiencias en las labores de control de la maleza más comunes en la costa sur de Guatemala.

### **5.3 Revisión de programas culturales y químicos de manejo de la maleza**

Se utilizaron los registros de prácticas de control realizadas por los administradores de varias fincas.

## VI. Resultados

### 6.1 Secuencia de labores de uso general

El diseño general de las principales secuencias de labores para plantaciones de caña soca, se basan en el contenido de humedad residual del suelo y de acuerdo a la fecha de corte para lo cual se generaliza en 3 diferentes secuencias (A; B;y C), las que se listan a continuación:

<u>Época corte</u>	<u>condición</u>	<u>malezas pioneras</u>	<u>secuencia</u>
Nov - Feb	Humedad	<i>Cynodon dactylon</i> , <i>Cynodon plectostachyus</i> , Dicotiledónea <i>Rottbochelia cochinechiensis</i> , Dicotiledónea	A
Ene - Feb	Sin Humedad	<i>Cynodon dactylon</i> , <i>Cynodon plectostachyus</i> , Dicotiledónea	B
Mar - Abr	Sin Humedad	<i>Rottbochelia cochinechiensis</i> , Dicotiledónea <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Cynodon plectostachyus</i> , Dicotiledónea	C

Es importante resaltar que de acuerdo a las diferentes opciones planteadas, la siguientes malezas son las que se deben controlar por ser las que de mayor manera compiten con el cultivo, a saber: *Cynodon dactylon* , *Cynodon plectostachyus*, Dicotiledóneas y *Rottbochelia cochinechiensis*. Las labores encomendadas para un caso en particular, entonces, quedan definidas de la siguiente manera (labores con énfasis en control de malezas).

### Secuencia A

<u>Actividad</u>	<u>Época o Momento</u>
• Cosecha	Día 0
• Requema	3 DDC
• Rastra Sanitaria	5 DDC
• Primera aplicación de herbicida (al surco)	10-15 DDC
• Fertilización (oportuna según forma de aplicación)	Según humedad de suelo
• Segunda aplicación de herbicida (Parchoneo)	Una semana después de la lluvia.
• Manejo de malezas en áreas no productivas	5 DDP

DDC = Días después del corte

DDP =Días después de la producción

Tal y como se puede establecer son 7 actividades las que exige el cultivo realizar, de acuerdo a un secuencia lógica en tiempo, siempre considerando los aspectos de época de corte y humedad del suelo. Dichas actividades son las siguientes; cosecha, requema, rastra sanitaria, primera aplicación de herbicida, fertilización, segunda aplicación de herbicida y manejo de malezas en áreas no productivas.

Bajo el análisis de lo anterior se puede establecer que son 3 actividades relacionadas directamente con el control de malezas para lo cual se propone las siguientes mezclas de herbicidas. En la segunda aplicación el tipo de mezcla a utilizar, dependerá principalmente del tipo de vegetación que en ese momento este interfiriendo con el cultivo.

<b><u>Aplicación</u></b>	<b><u>Mezclas de herbicidas</u></b>
<b>Primera</b>	Acetoclor + Ametrina + Dicamba-2,4 D
<b>Segunda</b>	<b>a) &gt; Presencia perennes</b> Glifosato + Dicamba-2,4 D <b>b) &gt; Presencia anuales</b> Hexazinona + Diuron + 2,4 D Ametrina-Terbutrina + Diuron + Dicamba-2,4 D
<b>Áreas improductivas</b>	Glifosato

Para la secuencia de labores B, se puede establecer que son 10 actividades, la diferencia esta en la presencia de humedad en el suelo, época de corte y tipo de malezas predominantes.

## **Secuencia B**

<b><u>Actividad</u></b>	<b><u>Época o Momento</u></b>
• Cosecha	Día 0
• Requema	3 DDC
• Rastra Sanitaria	5 DDC
• Fercultivo o cultivo	7 DDC
• Paso de rastra cultivadora (1 <sup>ro</sup> )	2 DD de lluvia (> 8mm)
• Paso de rastra cultivadora (2 <sup>do</sup> )	2 DD de lluvia (> 8mm)
• Aplicación oportuna de herbicida (general)	1 – 2 Semanas de establecido el período lluvioso.
• Fertilización (oportuna según forma de aplicación)	una semana después del herbicida.

- Aplicación parchoneada de herbicida 60 días después de la aplicación general
  - Manejo de malezas en áreas no productivas 5 DDP
- Para esta secuencia (B), se propone las siguientes mezclas de herbicidas, siempre

considerando en la segunda aplicación que el tipo de mezcla a utilizar, dependerá principalmente del tipo de vegetación que en ese momento este interfiriendo con el cultivo.

### **Aplicación**

### **Mezclas de herbicidas**

#### **Aplicación general**

Hexazinona + Diuron + 2,4 D

#### **Aplicación parchoneada**

Gramuron + Dicamba-2,4 D

#### **Áreas improductivas**

Glifosato

Los nombres de los productos comerciales pueden variar, por lo que en estas mezclas se colocan nombres de ingredientes activos.

La secuencia de labores C, se diferencia de la anterior en el tipo de vegetación que interfiere con el cultivo, puesto que en este caso la *Rottbochia cochinechiensis*, es la que causa los mayores estragos y a conocimiento de todos los involucrados en la producción de caña de azúcar es la que causa los mayores efectos negativos en la producción y es considerada la principal maleza del cultivo, a la cual se le tendría que establecer sistemas cuarentenarios.

Dentro de las principales especies vegetales que compiten con el cultivo de acuerdo con los registros de los encargados de programas de control de malezas y aplicación de herbicidas están la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), coyolillo (*Cyperus rotundus* L), Pasto Jhonson (*Sorghum halapense*), Pelo de conejo (*Oplismenus burmannii*), flor amarilla (*Melampodium spp*), mozote (*Bidens alba var. radiata*), quilete (*Amaranthus spp.*), Bermuda (*Cynodon dactylon*), hierba de pollo (*Commelina coelestis*), Pata de gallina (*Eleusine indica*), Mozote (*Cenchrus echinatus*),

Hierba buena (*Borreria latifolia*), Golondrina (*Euphorbia hirta*), Pascuita (*Euphorbia heterophylla*), y bejuco (*Ipomoea spp.*).

La secuencia de labores C, es la que mayores gastos de control genera ya que la humedad del suelo provoca un comportamiento agresivo de malezas, podría decirse que es el efecto mas explosivo de las malezas en relación al cultivo de la caña de azúcar y el de mayor efecto negativo en los rendimientos.

## Secuencia C

<b><u>Actividad</u></b>	<b><u>Época o Momento</u></b>
• Cosecha	Día 0
• Requema	3 DDC
• Rastra Sanitaria	5 DDC
• Fercultivo o cultivo	7 DDC
• Paso de rastra cultivadora (1 <sup>ro</sup> )	2 DD de lluvia (> 8mm)
• Paso de rastra cultivadora (2 <sup>do</sup> )	2 DD de lluvia (> 8mm)
• Aplicación oportuna de herbicida (general)	1 – 2 Semanas de establecido el período lluvioso.
• Fertilización (oportuna según forma de aplicación)	una semana después del herbicida.
• Aplicación parchoneada de herbicida	60 días después de la aplicación general.
• Manejo de malezas en áreas no productivas	5 DDP

Para esta secuencia de labores (C), se propone las mezclas de herbicidas para tres grandes actividades en general. Las preferencias comerciales son distintas en cuanto a los ingredientes activos seleccionados, pero los ingredientes activos que se proponen a continuación surgen de las actividades promedio por temporada de producción.

<b><u>Aplicación</u></b>	<b><u>Mezclas de herbicidas</u></b>
<b>Aplicación general</b>	Ametrina-Terbutrina + Diuron + Dicamba-2,4 D
<b>Aplicación parchoneada</b>	Gramuron + Dicamba-2,4 D
<b>Áreas improductivas</b>	Glifosato

## 6.2 Secuencia de labores como propuestas en el presente trabajo

### 6.2.1 Caña soca con humedad residual

Esta nueva propuesta divide toda la actividad en dos grandes opciones, las que tienen su fundamento en la experiencia de campo, en cuanto al comportamiento de las malezas respecto al contenido de humedad del suelo, relación que ha evolucionado y que obliga a ser tomada en cuenta para asegurar el éxito en la producción de campo.

<b><u>Actividad</u></b>	<b><u>Época o momento</u></b>
• <b>Desbasurado o requema</b>	4-5 DDC
• <b>Descarne (obligado como propuesta)</b>	7 DDC
<b>Aplicación preemergente (Estrictamente en Banda al surco, dosis completa)</b>	15 DDC
• <b>Ferticultivo</b>	40 DDC
•	
• <b>Segunda aplicación de herbicida (total)</b>	75 DDC
•	

Como puede observarse en el listado anterior, las actividades se concentran en 5 diferentes trabajos de relevancia, cada una para ser realizada en el momento oportuno, logrando un manejo adecuado a los 75 días después del corte al realizar una última aplicación de herbicidas.

Nótese que en esta propuesta el control de las malezas debe de realizarse de forma preemergente a los 15 días después del corte y estrictamente en Banda al surco o sea enfocándose en la maleza que directamente está compitiendo con el cultivo. Existen otras imposiciones como el descarne obligatorio.

### 6.2.2 Caña soca con poca o ninguna humedad

La secuencia de labores en suelos sin humedad se debe de enmarcar dentro del control de malezas pre o post emergente, de forma esencial

No se debe de olvidar que el comportamiento de las malezas bajo estas concisiones agronómicas de humedad, será de acuerdo al régimen de lluvias, bajo la premisa que no hay acceso al riego.

<u>Actividad</u>	<u>Época o momento</u>
• <b>Desbasurado o Requema</b>	4-5 DDC
•	
• <b>Descarne (obligado como propuesta)</b>	7 DDC
•	
• <b>Aplicación postemergente o preemergente</b>	(Según humedad, Momento cosecha)
•	
• <b>Ferticultivo</b>	(Según humedad, Momento cosecha)
•	
• <b>Segunda aplicación de herbicida</b>	(Según humedad, Momento cosecha)

### 6.2.3 Caña soca con riego

La disponibilidad de riego no es posible en los pequeños agricultores pero si una practica común en grandes extensiones administradas por los diferentes ingenios del país.

A continuación se presenta en el cuadro 4 la secuencia de labores adaptada a caña soca con disponibilidad de riego.

**Cuadro 4. Secuencia de labores para la caña soca en días después del corte**

<b>LABOR</b>	<b>Con riego</b>	<b>Sin riego</b>
Cosecha	0	0
Requema	2 - 5	2 - 5
Cultivo		30 - 40
Arranque Caminadora		40 - 60
Fertilización/Cultivo	10 - 35	60 - 65
Limpia Manual		65 - 70
1er riego	15 - 40	
Herbicida post - Emergente	16 - 41	80 - 90
Rondeo químico o manual	90 - 120	160
Control químico ó bejuco	180 - 240	180 - 240

En el cuadro anterior es evidente el efecto de la humedad en el desarrollo de la vegetación, y la estrategia de sobrevivencia que han desarrollado, puesto que con humedad el control de malezas mediante el uso de herbicidas es más tempranamente.

Continuación se muestra en las figuras (3 y 4 ), de una forma ilustrativa esta propuesta, tanto con como sin riego.



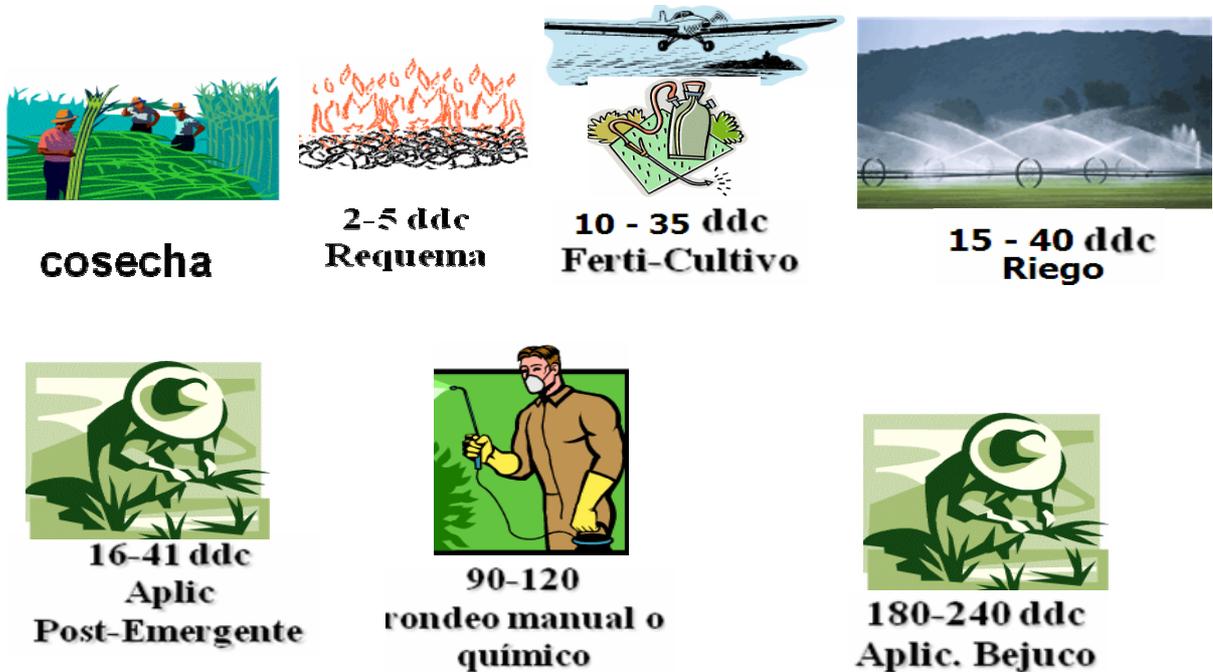
**Figura (3 ). Secuencia de labores en cañas socas sin riego.**

### 6.3 Malezas más importantes y métodos de control

#### 6.3.1 Malezas

De acuerdo a experiencias de campo, registros y comunicaciones con personal de los ingenios, las principales malezas que interfieren con el cultivo de la caña de azúcar son caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), coyolillo (*Cyperus rotundus* L), Pasto Jhonson (*Sorghum halapense*), Pelo de conejo (*Oplismenus burmannii*), flor amarilla (*Melampodium spp*), mozote (*Bidens alba var. radiata*), quilete (*Amaranthus spp.*), Bermuda (*Cynodon dactylon*), hierba de pollo (*Commelina coelestis*), Pata de gallina (*Eleusine indica*), Mozote (*Cenchrus echinatus*), Hierba

buena (*Borreria latifolia*), Golondrina (*Euphorbia hirta*), Pascuita (*Euphorbia heterophylla*), y bejuco (*Ipomoea spp.*)



**Figura (4). Secuencia de labores en cañas socas con riego**

Conforme avanza la frontera de áreas cultivadas con caña, se incrementa también la diversidad de malezas, por lo que el estudio de nuevas moléculas continúa.

El costo de control de malezas es un rubro importante para el área de campo, debido a que representa alrededor del 40 % del costo total del mantenimiento del cultivo. En los últimos años el control de las malezas de forma manual ha decrecido ya que inicialmente alrededor del 45 % era control manual, lo cual se ha reducido a un 25 %. Esto en respuesta a la disminución de mano de obra y al incremento en las extensiones sembradas con caña. Algo equivalente sucede con el control mecánico de las malezas que de un 40 % a decrecido a un 25 %. Por el contrario el control químico de las malezas se ha incrementado y ha pasado de un 15 % a un 50 %, lo cual es mencionado por Manuel Martínez (9); Finalmente el reemplazo del control manual y mecánico, por

el control químico se inclina primordialmente por el costo. El control manual y mecánico se deben de integrar con el control químico, de esta forma poder acceder una secuencia de control de malezas integrado, esto se condiciona debido a que los días control que ofrecen los dos primeros métodos mencionados no coinciden con el cierre del cultivo, sin lo cual el cultivo no podría alcanzar su madurez fisiológica en condiciones de cero competencia (limpios de maleza). Los costos de control de malezas se han reducido a medida que se han aumentando los controles químicos, en aproximado de 15 %, lo cual ha permitido hacer más eficiente y competitivos a los productores.

### **6.3.2 Control manual**

Este control es seguro mientras se da la germinación y crecimiento de las yemas de la nueva generación, que depende del desarrollo del cultivo y las condiciones atmosféricas puede ser entre 15 a 30 días. La desventaja de este método de control es que no tiene efecto en los bancos de semillas que se han ido estableciendo con el transcurrir del tiempo. El control manual básicamente se realiza en áreas sin riego, donde la estación lluviosa se establece a finales de mayo o principios de Junio, el momento oportuno para realizar esta labor es cuando las plantas de *Rottboellia cochinchinensis* L., no han alcanzado su madurez fisiológica con el objeto de evitar la reproducción de semillas y la contaminación del área de producción. La caminadora *Rottboellia cochinchinensis*, es la maleza más importantes en el cultivo de la caña la cual se encuentra en 80 % del área de producción.

### **6.3.3 Control mecánico**

Esta práctica es utilizada con mayor eficacia cuando la planta tiene una altura menor de 6 centímetros, el movimiento de suelo hacia el surco permite que las malezas colocadas sobre el mismo se asfixien y consecutivamente su muerte. En la calle o entresurco los discos de la cultivadora cortan y segmentan las plantas (malezas), provocando la muerte de las mismas. Este

tipo de control se realiza con tractores de 80 H.P.(caballos de fuerza), como mínimo, a una velocidad máxima de 10 km/h, la velocidad está directamente relacionada con la altura del cultivo, la topografía y pedregosidad. Cuando las plantas como la caminadora tienen una altura superior a los 10 centímetros el control no es seguro debido a que la cantidad de suelo que debería revolverse es mayor, lo que estimula daño al cultivo, asimismo de problemas en la cosecha al levantar la altura de surco, en este caso se utiliza un ángulo de 90 grados, con el fin de realizar el control en la mesa que (por el corte y segmentación de las plantas estas se mueren). En este caso se debe complementar esta labor, con controles manuales en áreas sin riego o con control químico en áreas con riego, las mezclas y dosis estarán en función de la altura de la maleza.

### 6.3.4 Control químico

Este control es el técnicamente de acuerdo a las características del cultivo, es el más adecuado, y para utilizarlo como ya se ha mencionado, es necesario el uso de ingredientes activos que den lugar a mezclas de herbicidas que controlen el amplio espectro de especies vegetales que compiten con el cultivo.

El control químico se realiza posteriormente de los controles manuales, empleando mezclas postemergentes con la maleza con alturas superiores a los 15 centímetros. Siendo las mezclas más comunes para cañas socas las siguientes:

#### Mezcla 1

Producto	Unidad de medida	Dosis por hectáreas
Velpar 75	Kilos	0,55
Karmex 80	Kilos	1,43
Totem	litros	1,14
Agrotin S	litros	0,25

#### Mezcla 2

Producto	Unidad de medida	Dosis por hectáreas
Combine	litros	2,40
Amigan	libras	7,15
DMA6	litros	1,63
adsee 775	litros	0,36

#### Mezcla 3

Producto	Unidad de medida	Dosis por hectárea
----------	------------------	--------------------

Combine	litros	2,15
Amigan	libras	5,00
DMA6	litros	1,14

**Mezcla 4**

<b>Producto</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Dosis por hectárea</b>
Prowl	litros	3,58
Amigan	libras	5,00
DMA6	litros	1,14
adsee 775	litros	0,36

**Mezcla 5**

<b>Producto</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Dosis por hectárea</b>
Gesapax 50	litros	2,60
Karmex 80	Kilos	1,43
DMA-6	litros	1,14
Agrotin S	litros	0,36

**Mezcla 6**

<b>Producto</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Dosis por manzana</b>
Prowl	litros	3.58
Amigan	libras	5.00
DMA6	litros	1,14
adsee 775	litros	0,36

**Mezcla 7**

<b>Producto</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Dosis por hectáreas</b>
Round´up Max	Kilos	1,52
Hedonal 720	litros	0,72
Agrotin S	litros	0,36

**Mezcla 8**

<b>Producto</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Dosis por hectáreas</b>
Comanche	Kilos	1,43
Gesapax 50	litros	2,60
Hedonal 720	litros	1,14
Agrotin S	litros	0,36

Nota : Ejemplo:

Igran 50 SC = 50 significa los gramos de Ingrediente activo o sea 500 gramos de Terbutrina, S. C.= la formulación del producto = Solución concentrada.

Las mezclas que se listaron anteriormente presentaron un promedio de días control muy satisfactorio (90 días control).

## VII. Conclusiones

- 1 Las secuencias de labores para caña soca se deben de establecer de acuerdo a las condiciones de humedad del suelo, época de cosecha y tipo de especies de malezas presentes, debiendo seguir cualquiera de las opciones presentadas en este documento.
- 2 El costo de control constituye aproximadamente el 40 % del costo total del cultivo, el cual se puede reducir a un 20 %, para los cual es necesario seguir cualquiera de los siguientes programas de secuencia de labores para caña soca: Caña soca con humedad residual; Caña soca con poca o ninguna humedad; Caña soca con Labranza mínima con riego; Caña soca con Labranza mínima sin riego.
- 3 Las Secuencias de Labores establecidas se basan para el control de malezas en los siguientes ingredientes activos: 2-4-D, Glifosato, Trifloxysulfuron + Ametrina; Ametrina; Atrazina; Halosulfuron; Terbutrina; Carbaryl y Pendimentalina, que de acuerdo ha registros y años de experiencia de trabajo de campo y ha demostrado ser los más eficientes en la relación costo-días control.
- 4 Dentro de las principales especies vegetales que compiten con el cultivo estan la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), coyolillo (*Cyperus rotundus* L), Pasto Jhonson (*Sorghum halapense*), Pelo de conejo (*Oplismenus burmannii* ), flor amarilla (*Melampodium spp* ), mozote (*Bidens alba var. radiata* ), quilete (*Amaranthus spp.* ), Bermuda (*Cynodon dactylon*), hierba de pollo (*Commelina coelestis* ), Pata de gallina (*Eleusine indica*), Mozote (*Cenchrus echinatus* ), Hierba buena (*Borreria latifolia* ), Golondrina (*Euphorbia hirta* ), Pascuita (*Euphorbia heterophylla* ), y bejuco (*Ipomoea spp.*).

## **VIII. Recomendaciones**

1. Seguir perfeccionando de forma local la propuesta de secuencia de labores del presente documento.
2. Generar secuencias de labores locales que respondan a condiciones específicas y lo más cercano a la realidad.
3. Estudiar y realizar pruebas con Ingredientes activos promisorios, para ser incluidos en las secuencias de labores; en búsqueda de un mejor tratamiento que se apegue a las normas ISO, y que den respuesta a interrogantes como resistencia a herbicidas, plantas transgénicas etc.

## IX. Bibliografía.

1. Alfonso Graciano, P; Victoria Filho, R. 1990. Interferencia de plantas daninhas en áreas de cana de acucar (*Saccharum* spp.) intercalada com os feijoes *Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata* L Walp. In Congreso ALAM (10, 1990, La Habana, CU). Memorias. La Habana, Cuba, s.e. v. 1:91.
2. Bonzi Campos, J. 2009. Cañadulce: fertilización orgánica y compostaje (en línea). Revista el Productor no. 114. Consultado 13 nov 2009. Disponible en <http://www.revistaelproductor.net>
3. Boy Reyes, JA. 1994. Evaluación de opciones de control de malezas, tomando en cuenta el período crítico de interferencia de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en el municipio de Siquinalá, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 40 p.
4. Brizuela, G. 2003. Guía técnica para el cultivo de caña de azúcar (en línea). El Salvador, CENTA. 33 p. Consultado 13 nov 2009. Disponible en [http://www.mag.gob.sv/administrador/archivos/1/file\\_1172.pdf](http://www.mag.gob.sv/administrador/archivos/1/file_1172.pdf)
5. Brolo Feltrin, GA. 2004. Historial de la distribución de malezas en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en la costa sur de Guatemala (en línea). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Ingeniería. 43 p. Consultado 13 nov 2009. Disponible en [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2085.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2085.pdf)
6. Buenaventura Osorio, CE. 1991. Diagnóstico del cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, CENGICAÑA. 20 p.
7. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 2006. Mapa de Ubicación geográfica de la zona cañera (en línea). Guatemala. Consultado 13 nov 2009. Disponible en <http://www.cengicana.org/Portal/Documents/Documents/2007-06/368/313/Ubicaci%c3%b3n%20geogr%c3%a1fica%20de%20la%20zona%20ca%c3%b1era.pdf>
8. Díaz, JC; Labrada, R. 1996. Manejo de malezas en cultivos industriales (en línea). In Labrada; R; Caseley, JC; Parker, C. 1996. Manejo de malezas para países en desarrollo. Roma, Italia, FAO. (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal no. 120). Consultado 13 nov 2009. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s0m.htm>
9. Díaz, JC; Naranjo, F. 1978. Control de *Sorghum halepense* (L.) Pers.y otras malas hierbas con laboreo del suelo y herbicidas en caña de azúcar. Ciencias de la Agricultura 5:109-124.
10. Dupocsa Protectores Químicos para el Campo, EC. 2009. Perennes: caña de azúcar (en línea). Ecuador. Consultado 13 nov 2009. Disponible en [http://www.dupocsa.com/content/cana\\_azucar.php](http://www.dupocsa.com/content/cana_azucar.php)

11. Estrada Solís, JF. 2003. Manejo de la flora espontánea asociada al cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la zona media y baja del departamento de Escuintla en el quinquenio 1995-2000. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 37 p.
12. Flores, S. 1978. Manual de caña de azúcar. Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación y Productividad. 172 p.
13. Herrera Ardón, JA. 1995. Diagnostico general de la situación actual del conocimiento de malezas en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en la zona cañera de Guatemala. Diagnóstico de EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 24 p.
14. Martínez Ovalle, M de J. 1978. Estudios taxonómico y ecológico de las malezas en la costa sur de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 61 p.
15. Martínez Ovalle, M de J; López Pineda, RA. 2000. Manual de prácticas de laboratorio para el curso ecología y control de malezas. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 42 p.
16. Morales Morales, JR. 1995. Evaluación de 8 mezclas de herbicidas y su efecto sobre el rendimiento de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en la finca Camantulul, Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 67 p.
17. Orozco, H; Soto, GAJ; Ventura, R; Recinos, M. 1995. Estratificación preliminar de la zona de producción de caña de azúcar (*Saccharum* spp) en Guatemala con fines de investigación en variedades. Guatemala, CENGICAÑA. 33 p. (Documento Técnico no. 6).
18. Paz Chávez, MV. 1989. Determinación del periodo crítico de interferencia de las malezas en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en plantía en el municipio de Siquinalá, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 45 p.
19. Pérez L, R; Labrada, F; González Téllez, F La O; Paredes, E; Díaz, JC. 1992. Normas para la aplicación de herbicidas en soya, frijol y maní en rotación e intercalamiento de caña de azúcar. La Habana, Cuba, Norma Interna MINAZ. 6 p.
20. Robbins, W *et al.* 1969. Destrucción de malas hierbas. México, UTEHA. 420 p.
21. Rodríguez, M. 1990. Plantas nocivas y como combatirlas. México, Limusa. v. 2, 330 p.
22. Simmons, Ch; Táranos, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
23. Standley, PC; Steyermark, JA. 1946. Flora of Guatemala. Chicago, United States, Chicago Natural History Museum, Fieldiana Botany v. 24, pte. 1-4.

24. Standley, PC; Williams, LO. 1961. Flora of Guatemala. Chicago, United States, Chicago Natural History Museum, Fieldiana Botany v. 24, pte. 7, 281 p.
25. Stolf, R; Neto, VLF; Cerqueira Luz, PH De. 1987. Nueva metodología de mecanización de espaciamientos estrechos en caña de azúcar. Revista Alcool e Acucar 7(32):14-33.