

Manual de Producción de Caña de Azúcar **(*Saccharum officinarum* L.)**

Lucas Lizandro Díaz Montejo
Eduardo Tomás Portocarrero Rivera

Honduras
Diciembre, 2002

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Manual de producción de caña de azúcar *(Saccharum officinarum L.)*

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por:

Lucas Lizandro Díaz Montejo
Eduardo Tomás Portocarrero Rivera

Honduras
Diciembre, 2002

Los autores conceden a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas y jurídicas se reserva el derecho de autor.

Lucas Lizandro Díaz Montejo

Eduardo Tomás Portocarrero Rivera

Honduras
Diciembre, 2002

Manual de producción de caña de azúcar **(*Saccharum officinarum* L.)**

presentado por:

Lucas Lizandro Díaz Montejo
Eduardo Tomás Portocarrero Rivera

Aprobado:

David Moreira, M.B.A.
Asesor Principal

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador de la Carrera de
Ciencia y Producción
Agropecuaria

Mario Bustamante, M.Sc.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

Alfredo Rueda, Ph.D.
Coordinador Área Temática
Fitotecnia

Mario Contreras, Ph.D.
Director General

DEDICATORIA

Eduardo Tomás

- A Guayo, Lily, Tinty y Susy
- A Helena

AGRADECIMIENTOS

Eduardo Tomás

- A Guayo
- A personal de Pantaleón S.A
- A personal de La Unión S.A
- A Miguel, Sandra y Mario
- A mis asesores David y Mario

DEDICATORIA

Lucas

- A Dios todopoderoso y a la virgen por ser mi fuente de sabiduría en todo momento.
- A mis padres Pedro Leocadio y María Cipriana por apoyarme siempre.
- A mis hermanos Ismael, Paula, Sandra, Pedro Leocadio y María José por estar conmigo

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

RESUMEN

Díaz, Lucas y Portocarrero, Eduardo. 2002. Manual de producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 140 p.

La caña de azúcar representa el cultivo más importante en la producción de endulzante en el mundo. El área total en producción es de 19.24 millones de hectáreas distribuidos en Asia 42.5%, América 47.7% y en África y Oceanía cultivan 7.4% y 2.4%, respectivamente. Además de la producción de azúcar provee subproductos como el etanol para uso energético, etanol hidratado (con 4 ó 5% de agua) para motores de explosión, generación de energía eléctrica y materia prima para alimentación animal. Zamorano no cuenta con un manual de producción de caña de azúcar que pueda contribuir al aprendizaje teórico-práctico de los estudiantes, para este efecto, se elaboró este manual con base en la revisión de literatura y en su mayor parte la experiencia obtenida durante el programa de prácticas externas en los Ingenios cañeros de La Unión y Pantaleón, líderes en Guatemala y Centroamérica en tecnología, eficiencia productiva, organización y trabajo en equipo. Este manual se basa en cuatro componentes principales para la producción de este cultivo: (1) los factores que inciden en la producción de caña y sacarosa, (2) el tipo de suelo, (3) la disponibilidad de agua para riego y (4) el año de producción. Además contiene situaciones prácticas de manejo y sugiere la manera de llevar a cabo dichas prácticas. El manual está presentado con ilustraciones que pueden leerse de forma amigable, combinando las opciones a seguir según la situación de producción y la interacción de los componentes, tipo de suelo, disponibilidad o no de riego y el año actual de producción (caña nueva o de rebrote). Este manual es sólo una guía en el cultivo de la caña, las condiciones de suelo, ambientales, tecnológicas y administrativas de la finca definirán la forma de manejo de la misma.

Palabras Clave: Ecosistema, factores de producción, manejo del cultivo, sistema de producción.

Abelino Pitty, Ph. D.

NOTA DE PRENSA

Zamorano presenta nuevo manual para el cultivo de caña de azúcar.

En noviembre del presente año se publicó un manual de manejo del cultivo de caña de azúcar, fue elaborado como proyecto de graduación previa obtención del título de Ingeniero Agrónomo. El manual fue producto de la experiencia obtenida durante los meses de enero a mayo de 2002, de dos pasantías en los ingenios Pantaleón y La Unión de Guatemala, país líder en la producción y procesamiento de azúcar en Latino América.

El objetivo del manual es aportar un material teórico-práctico para la enseñanza de producción de caña de azúcar dirigido a productores, técnicos y estudiantes de Zamorano, recopilando en un documento la metodología de las labores que se realizan en la producción de caña bajo el concepto de sistema de cultivo.

Para el desarrollo del manual se tomó en cuenta los principales factores que inciden en la producción de caña y de sacarosa, entre estos los factores que determinan la producción potencial, los que limitan la producción obtenible y los que la reducen definiendo la producción real. El desarrollo del manual se basa en tres clasificaciones generales para el manejo y establecimiento del cultivo: tipo de suelo, etapa del cultivo y disponibilidad de riego. Para tipo de suelo, se mencionan manejos en suelos arenosos, francos y arcillosos. En lo referente a la etapa del cultivo, se menciona el manejo para caña nueva y caña de rebrote. Respecto a la disponibilidad de riego se plantean alternativas que se resumen en la disposición o carencia de agua para riego.

El manual explica también las labores culturales y prácticas que se realizan en las situaciones anteriores, con base en un método de opciones de manejos a tomar en cualquier condición, aportando así conceptos y no protocolos preestablecidos. El documento presenta doce combinaciones de manejos que se pueden dar en la finca.

En lo que respecta a un manejo bajo sistema de cultivo, este brinda un mejor conocimiento de factores que más influyen en producción de caña y sacarosa, identifica vacíos de información y de conocimiento del proceso productivo y ofrece al productor una ayuda para orientar el proceso de investigación en la finca o institución.

A pesar de ser un manual práctico para el manejo del cultivo, este cuenta con bases científicas que deben ser tomadas en consideración. El manual es una herramienta ilustrativa pero las condiciones reales de la finca determinan el manejo a emplear.

Licda. Sobeyda Álvarez

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	vi
Agradecimientos a patrocinadores.....	viii
Resumen.....	ix
Nota de prensa.....	x
Contenido.....	xi
Índice de cuadros.....	xiii
Índice de figuras.....	xiv
Índice de anexos.....	xvi
 1. INTRODUCCIÓN.....	 1
 2. CAÑA DE AZÚCAR.....	 3
2.1 NOMBRE CIENTÍFICO.....	3
2.2 NOMBRE COMÚN.....	3
2.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	3
2.4 ORIGEN.....	3
2.5 BOTÁNICA DE LA CAÑA DE AZÚCAR.....	4
2.5.1 La raíz.....	4
2.5.2 El tallo.....	4
2.5.3 La hoja.....	5
2.5.4 La inflorescencia.....	5
2.6 REQUERIMIENTOS EDÁFICOS.....	5
2.7 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES.....	6
2.8 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS.....	6
2.9 DISTRIBUCIÓN Y EFICIENCIA PRODUCTIVA.....	7
2.10 FACTORES QUE INCIDEN EN LA PRODUCCIÓN DE CAÑA Y SACAROSA.....	9
2.10.1 Conceptos fundamentales.....	9
2.10.2 Producción de caña y sacarosa.....	10
2.10.2.1 Producción potencial.....	11
2.10.2.2 Producción obtenible.....	11
2.10.2.3 Producción real o actual.....	11
 3. MANUAL DE PRODUCCIÓN.....	 13

3.1	SUELOS ARENOSOS A FRANCO-ARENOSOS.....	15
3.1.1	Suelos arenosos a franco arenosos con acceso a riego. Caña Nueva.....	15
3.1.2	Suelos arenosos a franco-arenosos con acceso a riego. Caña de Rebrote.....	23
3.1.3	Suelos arenosos sin acceso a riego. Caña Nueva.....	27
3.1.4	Suelos arenosos a franco-arenosos sin acceso a riego. Caña de Rebrote.....	35
3.2	SUELOS FRANCOS.....	38
3.2.1	Suelos francos con acceso a riego. Caña Nueva.....	38
3.2.2	Suelos francos con acceso a riego. Caña de Rebrote.....	47
3.2.3	Suelos francos sin acceso a riego. Caña Nueva.....	52
3.2.4	Suelos francos sin acceso a riego. Caña de Rebrote.....	59
3.3	SUELOS ARCILLOSOS.....	64
3.3.1	Suelos franco-arcillosos a arcillosos con acceso a riego. Caña Nueva.....	64
3.3.2	Suelos franco-arcillosos a arcillosos con acceso a riego. Caña de Rebrote.....	72
3.3.3	Suelos franco-arcillosos a arcillosos sin acceso a riego. Caña Nueva.....	77
3.3.4	Suelos franco-arcillosos a arcillosos sin acceso a riego. Caña de Rebrote.....	85
4.	APÉNDICES.....	90
4.1	PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LA CAÑA DE AZÚCAR.....	90
4.1.1	Plagas del suelo.....	90
4.1.2	Estrategias del manejo integrado de las plagas de la raíz.....	93
4.1.3	Plagas de la caña y el follaje.....	98
4.2	COSECHA.....	105
4.2.1	Cosecha manual.....	105
4.2.2	Cosecha mecanizada.....	107
4.3	PROCESAMIENTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR.....	110
4.4	LABORES EN EL CAMPO.....	111
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	127
6.	ANEXOS.....	131

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Principales componentes del tallo de caña de azúcar.....	4
2. Otros constituyentes de la caña presentes en el jugo.....	5
3. Extracción estimada de macro nutrimentos de la caña de azúcar en Kg/TM de caña producida.....	6
4. Distribución de la producción mundial de caña de azúcar por continente, en hectáreas para los años 1997 a 2001.....	7
5. Rendimiento promedio de caña en Centro América y El Caribe, 2001..	8
6. Frecuencia de riego en días según tipo de suelo.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1.	Relación entre los niveles de producción y los correspondientes grupos de factores que determinan, limitan y reducen la producción de cultivos.....	10
2.	Larva y adulto de la plaga del suelo <i>Phyllophaga spp.</i>	91
3.	Larvas de gusano alambre y daño que ocasionan a la caña.....	93
4.	Planta de flamboyán <i>Caesalpinia pulcherrima</i>	94
5.	Larvas de <i>Phyllophaga</i> infectadas con <i>Bacillus popilliae</i>	96
6.	<i>Bacillus popilliae</i> parasitando insectos.....	96
7.	Larvas de barrenador de la caña de azúcar <i>Diatraea spp.</i> parasitadas por <i>Metarhizium anisopliae</i>	97
8.	Cultivo de <i>Beauveria bassiana</i>	97
9.	Larva sana, larva con síntomas de infección y larva muerta por <i>Beauveria bassiana</i>	97
10.	Saliva que sirve de protección a la ninfa de la chinche salivosa <i>Aenolamia postica</i>	98
11.	Adulto de <i>Prosapia bicincta</i>	99
12.	Trampa de color amarillo o verde con feromona y pegamento.....	100
13.	Daño ocasionado por adulto de chinche salivosa.....	101
14.	Adulto y larva del barrenador del tallo de la caña.....	101
15.	Mosca del género <i>Paratheresia claripalpis</i> parasitando larva de barrenador <i>Diatraea saccharalis</i>	102
16.	Ratas del género <i>Sigmodon hispidus</i> y <i>Oryzomys couesi</i>	103
17.	Inicio de quema para cosecha manual con bombas de mochila y combustible.....	106
18.	Condiciones de un cañal recién quemado.....	106
19.	Caña quemada cosechada manualmente lista para ser alzada.....	107
20.	Inicio de quema para cosecha manual o mecanizada.....	107
21.	Alce de caña cosechada manualmente en quemado.....	108
22.	Cosechadora Austoft 7000 cosechando en verde.....	108
23.	Cosecha ecológica, caña en verde y cosechadora Austoft 7000.....	109
24.	Carretón de auto-volteo en cosecha mecanizada.....	109

25.	Transporte eficiente de caña hacia el Ingenio.....	110
26.	Tractores de oruga utilizados para descombrar, mover tierra, esparcir cachaza y nivelar terrenos.....	111
27.	Arado o volteo del terreno con rastra pesada.....	112
28.	Pulido del terreno o pase de rastra liviana.....	112
29.	Labor de pulido del suelo con rastra liviana y tractor de potencia mediana.....	113
30.	Labor de surcado con implemento de vertedores y tractor de alta potencia.....	113
31.	Labor de surcado y fertilización simultánea, dos vertedores y fertilizadora	114
32.	Plantación de semillero comercial al fondo y empaquetado de semilla en grupos de 30 esquejes al frente.....	114
33.	Corte de semilla a 50 ó 60 cm de largo.....	115
34.	Distribución de la semilla en cabecera de los lotes y espera de la noche para la siembra de humedad.....	115
35.	Siembra de humedad, se realiza de noche en terrenos sin riego para evitar evaporación de agua y aprovechar el sereno.....	116
36.	Calibración de bombas de mochila previo a la aplicación de herbicidas	116
37.	Aplicación de herbicida pre-emergente con bombas de presión constante a 50 PSI.....	117
38.	Aplicación de herbicida pre-emergente con tractor y boom.....	117
39.	Aplicación de herbicida pre-emergente en cañal emergido, selectivo a caña con bomba de presión constante.....	118
40.	Control manual de malezas.....	118
41.	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> , la principal maleza de la caña de azúcar en Centro América.....	119
42.	Aplicación con avioneta Turbo Trush.....	119
43.	Aplicación con helicóptero Bell 407 Long Ranger III.....	120
44.	Una adecuada aplicación de herbicida post-emergente brinda excelentes resultados.....	120
45.	Fertilización de la caña de azúcar con fertilizadora de discos.....	121
46.	Rastra sanitaria.....	121
47.	Rastra sanitaria de discos finos utilizada para aumentar el área de suelo expuesta a la solarización.....	122
48.	Implemento utilizado para fertilizar, con cinceles y cultivadora.....	122
49.	Sistema de riego por pivote central.....	123
50.	Tubería de sistema de riego por goteo en caña de azúcar.....	123
51.	El sistema de riego por aspersión es el más utilizado en la caña de azúcar.....	124
52.	Riego por gravedad, usado cuando hay alta disponibilidad de agua	124
53.	Riego por gravedad aplicado después de la emergencia de la caña.....	125
54.	Vista aérea de un cañal en buen estado y ejemplo del trazo de la finca..	125
55.	Cañal sano o en buenas condiciones.....	126

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Pág.
1.	Distribución porcentual de costos por hectárea de caña producida.....	131

1. INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es el cultivo de mayor importancia en la producción de este edulcorante en el mundo. El área total en producción es de 19.24 millones de hectáreas distribuidas en Asia 42.5%, América 47.7% y en África y Oceanía cultivan 7.4% y 2.4%, respectivamente. El promedio mundial de producción es de 65.2 ton/ha (FAOSTAT, 2002).

La importancia agronómica del cultivo se refleja en su presencia mundial. Actualmente para el área centroamericana es el rubro agroindustrial más estable debido al colapso reciente de la producción de café, igualmente para el resto de América es un cultivo de suma importancia, son reflejados en la generación de empleos directos e indirectos de la industria. Según CENGICANA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar), en Guatemala, país que lidera la producción en la región centroamericana, genera aproximadamente 250 mil empleos entre directos e indirectos. Es la principal fuente de ingresos para unos 22 mil cortadores y 15 mil más entre operarios de maquinaria, transportistas, técnicos y jornaleros.

El total de producción en América Central es de 395 mil hectáreas, teniendo un rendimiento promedio de 84 ton/ha de caña, la producción es liderada por Guatemala. En Honduras la elaboración de azúcar representa el 12.6 % del valor total de las exportaciones de la industria alimentaria nacional, corresponde a un monto de US \$ 12,223,700 (Loma-Osorio, 2000). En Honduras este rubro ocupa un total de área en producción de 47,924 hectáreas y produce 4 millones 117 mil TM de azúcar (FAOSTAT, 2002).

La importancia industrial se refleja en el avance de los brasileños, quienes con la mayor área cultivada en el mundo (5.02 millones de hectáreas), han mostrado desde los años 80 mediante la fabricación de etanol para uso energético, los subproductos aprovechables que la caña brinda. Además, se produce etanol hidratado (con 4 o 5% de agua), que se utiliza directamente en motores de explosión preparados para ello. Actualmente, en Brasil han llegado a funcionar más de 5 millones de automóviles con esta tecnología, de los que 3 millones funcionan exclusivamente con este combustible, el mismo está comenzando a convertirse en una alternativa importante frente al uso de los combustibles fósiles tradicionales (Osava, 2001).

Existen otras alternativas de producción de azúcar, la remolacha azucarera que tiene mucha importancia en Asia y Europa, en éste último prácticamente no hay caña de azúcar a excepción de Islas Canarias con 1,150 hectáreas. El área mundial dedicada a esta producción según FAOSTAT (2002), es de 5 millones 979,044 hectáreas, que representa

el 23.7% de la producción azucarera mundial. Produce un total de 234 millones 244,943 TM, que corresponde a un total de la producción mundial de 15.7% (FAOSTAT, 2002).

Una opción más en la producción de azúcar, es la Estevia *Stevia rebaudiana*, que es originaria de Paraguay. La Estevia es un edulcorante natural, no calórico, dietético, estable a distintas condiciones de acidez y temperatura. Su principal inconveniente es que tiene un sabor poco apetecible que deja después de tomarse y la presentación, que prácticamente son pedazos molidos de hoja. Las hojas de Estevia son 10 a 15 veces más dulces que el azúcar de mesa. Los extractos refinados de Estevia, llamados Estevisidos (polvo blanco conteniendo 85 - 95% de estevisido) son 200 a 300 veces más dulces que el azúcar (Primal Nature, 2002).

Por la importancia que el cultivo de la caña de azúcar representa mundialmente y en vista de que en Honduras no es la excepción, Zamorano en su calidad de institución de vanguardia y comprometida con la formación y preparación de profesionales, mediante un proyecto de graduación ha elaborado este Manual de Producción de Caña de Azúcar. El fin primordial es que sea usado como material de enseñanza para los estudiantes en el campo. Para este efecto hemos realizado revisión de literatura sobre el cultivo y hemos aplicado la experiencia teórica y práctica obtenida durante el programa de prácticas externas (conocido como pasantías externas) en los ingenios La Unión y Pantaleón, líderes de Guatemala y a escala Centroamericana en tecnología, eficiencia productiva, organización y trabajo en equipo en el cultivo de caña.

Este manual de producción sugiere el manejo que debe darse al cultivo de la caña de azúcar en diferentes condiciones de suelos, disponibilidad de agua para riego y según sea caña nueva o de rebrote. Asimismo, permite ser un material útil para la enseñanza teórico-práctica de los estudiantes en el programa del Aprender Haciendo que ofrece la Zamoempresa de Cultivos Extensivos (ZECE) como también para realizar capacitaciones a productores por parte de nuestra institución. Contiene los principios por los que las labores se realizan y la metodología de realización de los mismos. A la vez viene a reforzar la enseñanza práctica que los estudiantes de la ZECE están realizando en las plantaciones de caña que tienen sembradas en terrenos de ésta, bajo un convenio de coeducación con el ingenio Tres Valles de Cantarranas.

Este documento se encuentra en un disco compacto con información accesible en una forma amigable. El disco está disponible en la biblioteca Wilson Popenoe, en la Zamoemprsa de Cultivos Extensivos y en la biblioteca Keith Andrews del área de fitotecnia, todas en Zamorano.

2. CAÑA DE AZÚCAR

2.1 NOMBRE CIENTÍFICO

Saccharum officinarum L.

2.2 NOMBRE COMÚN

Caña de azúcar, conocida con otros nombres como caña de castilla, caña dulce, cañaduz, cañamelar, cañamiel y Sa-kar.

2.3 CLASIFICACIÓN

La clasificación taxonómica de la caña de azúcar es la siguiente: (Innvista, 2002).

Reino:	Vegetal
División:	Magnoliophyta
Clase:	Angiospermae
Sub-clase:	Monocotyledoneae
Súper Orden:	Commelinidae
Orden:	Commelinales
Familia:	Poaceae
Género:	Saccharum
Especie:	officinarum L.

2.4 ORIGEN

Según Edgerton (1958) la caña de azúcar es nativa de las regiones subtropicales y tropicales del sudeste asiático. Alejandro Magno la llevó de la India hacia Persia, mientras los árabes la introdujeron en Siria, Palestina, Arabia y Egipto, de donde se extendió por todo el continente africano y a la Europa meridional. A finales del siglo XV Cristóbal Colón la llevó a las islas del Caribe, de allí fue llevada a toda América Tropical y Subtropical (León, 1987, citado por Peña, 1997).

2.5 BOTÁNICA DE LA CAÑA DE AZÚCAR

La caña de azúcar es una gramínea tropical, un pasto gigante emparentado con el sorgo y el maíz en cuyo tallo se forma y acumula un jugo rico en sacarosa, compuesto que al ser extraído y cristalizado en el ingenio se forma el azúcar. La sacarosa es sintetizada por la caña con la energía tomada del sol durante la fotosíntesis, constituye el cultivo de mayor importancia desde el punto de vista de la producción azucarera, además representa una actividad productiva y posee varios subproductos, entre ellos la producción de energía eléctrica derivada de la combustión del bagazo, alcohol de diferentes grados como carburante o farmacéutico (Alexander, 1985).

2.5.1 La raíz

Es de tipo fibroso, conocida en la industria azucarera latinoamericana como cepa, se extiende hasta 80 cm de profundidad cuando los suelos son profundos, el 80% de la misma se encuentra regularmente en los primeros 35 cm del suelo. La raíz es una parte esencial de la planta ya que permite la absorción de nutrientes y agua, además del anclaje de la planta, especialmente necesario en plantaciones cosechadas mecánicamente, ya que la cosechadora remueve las raíces cuando éstas son muy superficiales y cuando están asociadas con suelo arenoso.

2.5.2 El tallo

La parte esencial para la producción de azúcar lo constituye el tallo, dividido en nudos y entrenudos (Motta, 1994). El largo de los entrenudos puede variar según las variedades y desarrollo de la planta, está compuesto por una parte sólida llamada fibra y una parte líquida, el jugo, que contiene agua y sacarosa. En ambas partes también se encuentran otras sustancias en cantidades muy pequeñas (Cuadro 1).

La proporción de cada componente varía de acuerdo con la variedad de la caña, edad, madurez, clima, suelo, método de cultivo, abonos, lluvias, riegos, etc.

Cuadro 1. Principales componentes del tallo de caña de azúcar.

Componente	% del tallo
Agua	73-73
Sacarosa	8-15
Fibra	11-16

Fuente: Perafán, 2002.

La sacarosa del jugo es cristalizada en el proceso industrial como azúcar y la fibra constituye el bagazo una vez molida la caña, otros constituyentes en cantidades secundarias pero no menos importantes en la caña de azúcar se encuentran en el Cuadro 2:

Cuadro 2. Otros constituyentes de la caña presentes en el jugo.

Componente	% del jugo
Glucosa	0.2-0.6
Fructosa	0.2-0.6
Sales	0.3-0.8
Ácidos orgánicos	0.1-0.8
Otros	0.3-0.8

Fuente: Perafán, 2002.

2.5.3 La hoja

Es en forma de vaina, su función principal es proteger a la yema, nace en los entrenudos del tallo. A medida que la caña se desarrolla, las hojas bajas se vuelven senescentes, se caen y son reemplazadas por las que aparecen en los nudos superiores. También nacen en los nudos las yemas que bajo ciertas condiciones especiales pueden dar lugar al nacimiento de una nueva planta.

2.5.4 La inflorescencia

La inflorescencia es una panícula de forma y tamaño variables, características de cada cultivar o variedad usado, las flores son hermafroditas completas. La manipulación sexual o por semillas se utiliza solamente en programas de mejoramiento, para la obtención de híbridos más productivos, resistentes a ciertas plagas y enfermedades o adaptables a una región específica (OCÉANO, 2000).

2.6 REQUERIMIENTOS EDÁFICOS

Este cultivo se desempeña bien en suelos sueltos, profundos y fértiles. Si se cuenta con riego podremos lograr mejores rendimientos que en suelos sin regar. Puede producirse también en suelos marginales como los arenosos y suelos arcillosos con un buen drenaje. No se recomienda para suelos franco-limosos y limosos. Se adapta bien a los suelos con pH que va desde 4 a 8.3 (Chaves, 2002).

En este manual mostramos el manejo de la caña en tres grandes grupos de suelos, el primero de ellos es un suelo que va desde arenosos a franco-arenosos, el segundo un suelo que va de franco-arenosos hasta franco-arcillosos conteniendo al ideal que son suelos francos y un tercer grupo de suelos que va de franco-arcillosos a arcillosos.

2.7 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

La caña de azúcar puede adaptarse a suelos marginales y a cambios bruscos en la fertilidad de los mismos, aunque los suelos pobres propician producciones mediocres en el ámbito internacional. La rusticidad de la planta y la fertilidad del suelo forman una relación importante, esta planta es relativamente tolerante a la presencia de aluminio intercambiable en el suelo, lo que permite el crecimiento de la misma en las capas subsuperficiales de los suelos en la finca (Chaves, 2002).

La caña de azúcar está clasificada dentro del grupo de las C₄ y es una planta altamente eficiente en la utilización de los nutrimentos del suelo. La cantidad de los nutrimentos extraídos por la planta y su forma absorbible son presentados en el cuadro 3, por lo que es necesario conocer nuestros rendimientos, además el análisis de suelos y foliar definen la cantidad de fertilizantes a usar.

Cuadro 3. Extracción estimada de macro nutrimentos de la caña de azúcar en Kg./TM de caña producida.

Nutrimento	Extracción del suelo			
	Kg/TM		Kg. En 80 TM promedio / ha	
	Nutrimento	Forma Extraíble	Nutrimento	Forma Extraíble
N	0.93	0.93	74.4	74.4
P	0.27	0.62	21.6	49.6
K	1.65	1.98	132.0	158.4
Ca	0.34	0.48	27.2	38.4
Mg	0.25	0.41	20.0	32.8
S	0.29	0.87	23.2	69.6
Si	0.93	1.99	74.4	159.2

Fuente: Chaves, 2002.

2.8 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Esta especie es típica de los climas tropicales y puede producirse hasta los 35 grados latitud norte y sur, se desempeña mejor en altitudes que van desde 0 a 1,000 metros sobre el nivel del mar, aunque los rendimientos obtenibles hasta 1500 metros son económicamente aceptables. Se desempeña bien con una temperatura media de 24 °C, además de una precipitación anual de 1500 mm bien distribuidos durante su ciclo de crecimiento. Cuando las temperaturas de la noche y del día son uniformes, la caña no cesa de crecer y en sus tejidos siempre habrá un alto porcentaje de azúcares reductores. Las variaciones de temperatura superiores a 8 °C son muy importantes en la fase de maduración, porque ayudan a formar y a retener la sacarosa. A mayor radiación solar, habrá mayor actividad fotosintética y mayor translocación de los carbohidratos de las hojas al tallo, produciendo tonelajes más altos de azúcar en la fábrica (Sánchez, 1982; Buenaventura, 1990; citados por Peña, 1997).

2.9 DISTRIBUCIÓN Y EFICIENCIA PRODUCTIVA

Este cultivo se encuentra en los cinco continentes, siendo Europa el que menos área cultivada presenta por la latitud a la que se encuentra, es representado por Islas Canarias, Málaga y Granada de España con unas 1,150 ha. América es el continente que más caña cultiva en el mundo y junto con Asia representan el 90% del total mundial (Cuadro 4).

Cuadro 4 Distribución de la producción mundial de caña de azúcar por continente, en hectáreas para los años 1997 a 2001.

Cont. Año	Superficie cultivada por continente en miles de Ha.									
	1997	%	1998	%	1999	%	2000	%	2001	%
América	8,934	47	9,002	46	8,748	45	8,768	46	8,990	48
Asia	8,626	44	8,572	44	8,708	45	8,521	44	8,362	43
Europa	1.2	0.1	1.3	0.1	1.1	0.1	1.15	0.1	1.15	0.1
África	1,327	6.9	1,365	6.9	1,378	7.2	1,381	7.4	1,394	7.2
Oceanía	469	2	480	2	495	2.7	515	2.5	498	2.7
Mundo	19,357	100	19,420	100	19,327	100	19,186	100	19,245	100

Fuente: FAOSTAT, 2002.

El rendimiento en toneladas por hectárea presenta un promedio mundial un poco mediocre 65 ton/ha, este se debe a producciones muy ineficientes en ciertos países como Pakistán que posee aproximadamente 978 mil hectáreas en producción. Por el contrario países como Perú, Guatemala y Colombia, para Latinoamérica, se encuentran muy por encima del promedio mundial y presentan una industria azucarera de alta eficiencia (FAOSTAT, 2002).

La eficiencia de producción de caña se refleja parcialmente en los rendimientos obtenidos en toneladas por hectárea, siendo en realidad el total de azúcar obtenido por unidad de área. La primera ventaja entonces es lograr buena cantidad de biomasa, lo que se traduce en buen grado de conversión de caña a azúcar en el ingenio. El grado es el resultado en volumen de azúcar por volumen de caña procesada, de una tonelada de caña en el ingenio pueden obtenerse un promedio desde 180 libras a 250 libras de azúcar.

Esto demuestra entonces que en Honduras se es posible incrementar la eficiencia en conversión de la caña a azúcar. El número de toneladas producidas por hectárea tiene una relación directa con la cantidad de azúcar que se puede obtener de esa misma área. El grado que se puede obtener en una producción tiene una fuerte influencia directa en los ingresos por venta de este edulcorante, tomando en consideración que por cada libra

perdida en una tonelada representa 0.7 quintales por hectárea (asumimos un rendimiento de 70 toneladas por hectárea) y combinado a un precio actual de azúcar crudo de US \$ 0.07 por libra (septiembre 2002) suma un total de US \$ 335,468.00 en 47,924 hectáreas actuales en producción para Honduras.

Cuadro 5 Rendimiento promedio de caña en Centro América y El Caribe, 2001.

País Año	Caña de Azúcar Rendimiento (Ton./Ha)				
	1997	1998	1999	2000	2001
Guatemala	126.5	111.3	100.0	100.2	102.5
El Salvador	81.5	73.0	75.8	74.2	78.5
Honduras	91.2	92.5	89.9	93.2	94.6
Nicaragua	79.4	71.5	72.9	69.5	78.1
Costa Rica	86.0	95.9	92.4	85.0	87.9
Barbados	70.3	58.8	64.0	63.6	63.6
Cuba	34.4	34.5	37.6	38.5	35.0
Jamaica	65.8	69.9	67.6	56.6	66.1
República Dominicana	35.6	28.2	39.5	41.7	40.1

Fuente: FAOSTAT, 2002.

Como resultado de los buenos rendimientos en la producción se obtiene una alta conversión de caña a azúcar o grado. Un grado aceptable (230 a más libras de azúcar por tonelada de caña) es el resultado de una caña de alta calidad, que se logra mediante un óptimo manejo del cultivo, protegiéndolo contra el ataque de plagas y enfermedades, suministro adecuado de agua y nutrimentos.

Este conjunto de prácticas y la buena selección del terreno permiten lograr una producción de la planta cercana al potencial de la misma. Es importante recordar que los factores climáticos determinan la producción potencial de la variedad seleccionada, mencionado en el tema factores que inciden en la producción de caña y sacarosa. El grado que Guatemala presenta en sus ingenios más eficientes va desde 230 libras por tonelada de caña puesta en el ingenio hasta 250 libras por tonelada.

En el Cuadro 5, se ilustra la mayor eficiencia de la industria azucarera guatemalteca en la región, la importancia de los datos radica en que la tecnología actual aplicada en ese país es mayor y podría implementarse en Honduras para incrementar la producción y obviamente los ingresos. La tecnología está al alcance de los latinoamericanos, lo que se justifica por el estado similar de la agricultura y economía de dichos países.

2.10 FACTORES QUE INCIDEN EN LA PRODUCCIÓN DE CAÑA Y SACAROSA.

2.10.1 Conceptos fundamentales:

El cultivo de la caña de azúcar está expuesto a diferentes condiciones agroecológicas cuya variedad en el espacio del sistema de producción y el tiempo en que se mantenga dicho sistema, es alta por naturaleza. Estas variaciones son incontrolables y se convierten en un fenómeno normal en un agroecosistema. La comprensión de ella y de sus efectos en la producción de caña es limitada, por tanto, es necesario desarrollar un conocimiento sistemático de estas variaciones con el fin de entender el cultivo y diseñar sistemas administrativos más eficientes y productivos que incorporen esa variación en los agroecosistemas (Almekinders *et al.* 1995).

Se han propuesto diversas definiciones de este sistema:

- “Una parte limitada de la realidad” (Rabbinge *et al.* 1989).
- “Un conjunto de componentes que interactúan entre ellos porque están conectados de tal forma que la variación o respuesta en el estado de uno de ellos afecta el estado de los demás” (Woods y Lawrence, 1997).
- “Un conjunto de partes operativamente interrelacionadas, es decir, que unas partes actúan sobre otras, y del cual interesa considerar fundamentalmente su comportamiento global” (Aracil, 1992).
- “Un grupo de componentes que interactúan y operan juntos para lograr un propósito común, que son capaces de reaccionar como un todo frente a los estímulos externos, que no son afectados directamente por sus propios resultados y que tiene un límite específico fundado en la inclusión de las fuentes de realimentación más relevantes” (Spedding, 1979).

Es posible tener en sentido amplio diferentes tipos de sistemas que describan las unidades operacionales de la agricultura, o sea sistemas agrícolas que incluirían todas las variaciones en tamaño y complejidad como son: empresas, fincas, plantaciones, agricultura regional y agricultura nacional. Tales son: los sistemas de producción de cultivos, sistemas de producción en las fincas y los agroecosistemas (Daza, 2001).

Los sistemas de producción de cultivos están restringidos básicamente a un solo cultivo y se dedican en principio a sus actividades agronómicas y a su economía. Por su parte, los **sistemas de producción en las fincas** tienen que ver con las actividades agronómicas y la economía de diversos cultivos y con la interacción que se establece entre éstos, en estos sistemas prevalecen los aspectos administrativos o gerenciales, no los agronómicos. Por

último, **los agroecosistemas** son los que han sido afectados o manipulados por el hombre para suplir sus propias necesidades (Rabbinge, *et al.* 1989).

2.10.2 Producción de caña y sacarosa

La producción de caña y sacarosa tiene las características de un sistema agrícola, ahora bien, antes de considerar sistemas más complejos conviene definir el sistema de producción de caña y sacarosa en su nivel más básico, destacando los fundamentos que rigen su comportamiento.

Según las investigaciones de Daza (2001) quien es Investigador de Modelos de Decisión de CENICAÑA (Centro de investigación de la Caña de Azúcar de Colombia), la producción de caña y de sacarosa es un proceso complejo que exige ser conocido cada vez más profundamente para la formulación de un modelo de simulación. Para simplificar esta complejidad del proceso y ordenar ese conocimiento de manera coherente y sistemática, es necesario referirse a la clasificación de sistemas de la producción agrícola según los niveles de producción y según los factores que participan en cada uno de estos niveles, dichos factores pueden ser distribuidos en tres grupos, los que determinan la producción, los que la limitan y los que la reducen: (Figura 1).

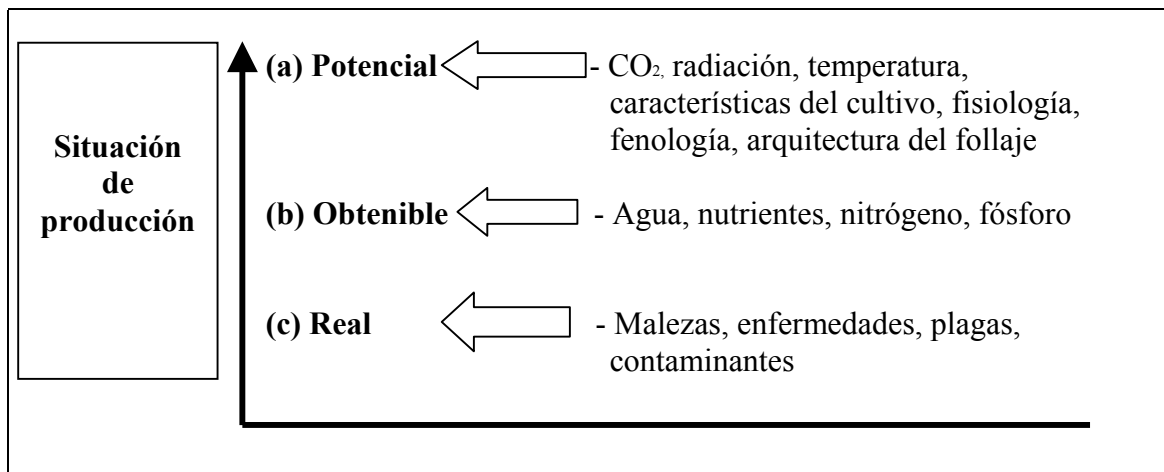


Figura 1. Relación entre los niveles de producción y los correspondientes grupos de factores que determinan, limitan y reducen la producción de cultivos. Adaptado de Rabbinge (1993).

Estos tres grupos de factores, clasificados como los que determinan la producción en donde nosotros no podemos influir, los que la limitan o sea relacionado a la forma de manejo y la calidad de las condiciones que proveemos al cultivo y los que la reducen son explicados detalladamente a continuación:

2.10.2.1 Producción potencial: Cuando se dispone de buena humedad y suficientes nutrimentos, la producción potencial de caña y sacarosa están determinadas esencialmente por los siguientes factores (Kropff, *Et al.*, 1997; Rabbinge, 1993):

- El clima y sus variaciones, principalmente la radiación solar, temperatura y fotoperíodo.
- Características del cultivo (asociadas a la variedad) como la estructura y arquitectura de tallos y hojas, población y distribución de los tallos, capacidad de producción de biomasa y sacarosa y los estados fisiológicos (floración y maduración)
- La concentración de CO₂ en la atmósfera.

2.10.2.2 Producción obtenible: Es la producción que depende de la acción de los factores que limitan la producción potencial, como son la disponibilidad de agua y de nutrimentos. Estos factores se manifiestan en problemas de los cultivos como los siguientes:

- La disponibilidad de agua y su suministro, es decir, la cantidad, frecuencia y la intensidad de las lluvias, la disponibilidad y la eficiencia del riego y la calidad del agua.
- Las características físicas y químicas del suelo, textura, estructura, profundidad, fertilidad, pH, constantes hidrofísicas, salinidad y concentración de sodio.
- La presencia de niveles freáticos elevados que son nocivos para el cultivo, lo que se relaciona con la existencia, profundidad, separación y eficacia del sistema de drenaje.
- Los factores que derivan del genotipo de la caña, como floración temprana que es indeseable, y el grado de erectilidad del tallo.

2.10.2.3 Producción real o actual Es la que depende de la acción de los factores que reducen la producción obtenible, como las siguientes:

- Malezas, plagas, enfermedades, agentes contaminantes y fenómenos naturales (inundaciones, heladas, tormentas y quemadas accidentales).

Depende también de otros factores que son inherentes al sistema de producción como:

- Tecnología, por ejemplo la disponibilidad de la infraestructura de riego y de drenaje, el conocimiento del sistema,
- Administración, en lo relacionado con el manejo del cultivo,
- Algunos factores ambientales, económicos, políticos y sociales.

Si se adquieren buenos conocimientos sobre los niveles de producción de caña y de sacarosa, se podrían apreciar tanto la eficiencia de esa producción como las ausencias y deficiencias que tenga la productividad respectiva (caña y sacarosa). El cálculo de los valores de la producción potencial permitirá fijar los límites máximos de producción, que podrán alcanzarse si el cultivo goza de los siguientes beneficios: mejores condiciones de

campo, agua y nutrimentos disponibles sin limitaciones, además de la ausencia de plagas y enfermedades.

Según Daza (2001) un modelo de cultivo puede ayudar en un comienzo a obtener los siguientes resultados:

- Mejor conocimiento de los factores que más influyen en la producción de caña y de sacarosa,
- Identificación de los vacíos de información y de conocimiento de ese proceso de producción,
- Reorientación, si es necesario, del método de investigación por ejemplo, en la creación de hipótesis sobre las estrategias más eficaces y eficientes de producción, en el desarrollo de investigación virtual, y
- Aprovechamiento de las oportunidades existentes para incrementar la productividad de caña y sacarosa, y la rentabilidad del negocio del azúcar, una de ellas es el empleo de mejores prácticas de manejo de los recursos naturales disponibles, agua, suelo, variedades y el clima mismo.

3. MANUAL DE PRODUCCIÓN

El presente manual se basa en una clasificación principal que diferencia el manejo que debe darse al cultivo según: el tipo de suelo, disponibilidad de agua para riego, y año productivo (caña nueva o de rebrote).

Como hemos explicado anteriormente, los cuatro componentes esenciales en este manual son los factores que inciden en la producción de caña y sacarosa combinados con los tres mencionados en el párrafo anterior. El estado y la productividad del cañal son una base para la toma de decisiones en el manejo de la finca. Una plantación de caña bien manejada puede producir adecuadamente hasta 15 años, normalmente una plantación se mantiene durante seis años sin renovar (Figura 55).

Por su parte la variedad es un factor determinante ya que la buena escogencia de la misma nos permite lograr buenas producciones, la mejor selección de la variedad depende de las características más adecuadas para la región y la producción. Estas características son: la resistencia a enfermedades, adaptación climática, edáfica, variedad que florea o no (variedades floreadoras son indeseables), ya que el pedúnculo floral ocupa parte del tallo y es denominado corcho. El corcho entra a la fábrica de extracción de azúcar con 0% de sacarosa y sale en forma de bagazo con un 4% de sacarosa, esto significa una pérdida para el productor. Otro factor importante para la selección de la variedad es el tiempo de producción, así una variedad que dure 9 a 10 meses en producción se denomina variedad temprana, una variedad que produzca de 11 a 12 meses es denominada media y una que produzca en más de 13 meses es conocida como variedad tardía.

Este manual es una guía práctica para el manejo del cultivo de la caña de azúcar. Además, es un instrumento muy importante para transmitir los conocimientos a los estudiantes de Zamorano durante su entrenamiento teórico - práctico, por lo que, el contenido de manejo es práctico, pero cuenta con los factores que inciden en la producción de la planta y la concentración de la sacarosa en la misma, es decir, se fundamenta la base científica de la producción. También sirve a una persona que no conoce sobre el cultivo o que no la haya cultivado antes, ya que contiene y describe las prácticas de manera entendible y manejable.

El uso de los apéndices es básico en este manual, los apéndices describen las prácticas que son similares en la mayoría de las condiciones recomendadas, e ilustraciones con figuras. De esta forma, dentro de las recomendaciones incluidas en los diferentes puntos del manual se encontrará ocasionalmente con ser remitido a los apéndices, es fácil de encontrar los y allí se describen las maneras en que se deben realizar las principales prácticas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) que corresponden a cada situación de la producción y del cultivo.

Le ayudamos a comprender el manual, si usted tiene en su finca suelos mayormente francos o la combinación franco-arcilloso y franco-arenoso y cuenta con la disponibilidad de suministrar agua para riego, pero no ha cultivado antes la caña de azúcar, le sugerimos seleccionar la opción definida como **Suelos Francos con Acceso a riego para Caña Nueva**, entonces usted no tiene que leer el manual completo para poder manejar su finca porque ésta es la opción que le interesa en el primer año de su plantación. A partir del segundo año usted seleccionará el manejo donde tiene la misma opción pero para **caña de rebrote**, hasta llegado el momento de renovación del cañal en el que regresa nuevamente a la opción **Suelos Francos con Acceso a riego para Caña Nueva**. Hay 10 opciones más en este manual, pero lo esencial es que comprenda la conjunción de los principales factores en la producción de azúcar y maneje bien la combinación de los mismos.

El manual presenta tres grandes clasificaciones según el tipo de suelos principalmente, cada una de las mismas es dividida en 4 subclasificaciones combinando el acceso o no a riego, y finalmente si usted va a cultivar caña por primera vez (caña nueva) o, que ya cuente con una plantación (caña de rebrote).

3.1 SUELOS ARENOSOS A FRANCO-ARENOSOS

3.1.1 Suelos arenosos a franco-arenosos con acceso a riego
Caña Nueva

3.1.2 Suelos arenosos a franco-arenosos con acceso a riego
Caña de Rebrote

3.1.3 Suelos arenosos a franco-arenosos sin acceso a riego
Caña Nueva

3.1.4 Suelos arenosos a franco-arenosos sin acceso a riego.
Caña de Rebrote

3.2 SUELOS FRANCOS, (SUELO FRANCO-ARENOSO A FRANCO-ARCILLOSO)

3.2.1 Suelos francos con acceso a riego.
Caña Nueva

3.2.2 Suelos francos con acceso a riego.
Caña de Rebrote

3.2.3 Suelos francos sin acceso a riego.
Caña Nueva

3.2.4 Suelos francos sin acceso a riego.
Caña de Rebrote

3.3 SUELOS FRANCO ARCILLOSOS A ARCILLOSOS

3.3.1 Suelos franco arcillosos a arcillosos con acceso a riego.
Caña Nueva

3.3.2 Suelos franco arcillosos a arcillosos con acceso a riego.
Caña de Rebrote

3.3.3 Suelos franco arcillosos a arcillosos sin acceso a riego.
Caña Nueva

3.3.4 Suelos franco arcillosos a arcillosos sin acceso a riego.
Caña de Rebrote

A continuación encuentra cada una de las 12 formas de manejo descritas y detalladas para su comprensión adecuada.

3.1 SUELOS ARENOSOS A FRANCO-ARENOSOS

3.1.1 Suelos arenosos a franco arenosos con acceso a riego.
Caña Nueva

3.1.1.1 Adecuación de terreno

Estudio Topográfico: Realizar un levantamiento planimétrico y altimétrico del área con el fin de generar un plano de curvas a nivel que permita realizar una mejor evaluación del área seleccionada, así como el diseño de calles, divisiones, estructuras hidráulicas y drenajes. Asimismo, se logra obtener el área real de cultivo en todo el lote y el área de cada fracción seccionada. Este trabajo se puede realizar por medio de personas con conocimientos en topografía, utilizando los equipos apropiados para cada terreno y según el alcance económico (se recomienda el uso de teodolitos, estación total o GPS, con el uso de programas como softdesk, autodesk y autocad). Se recomienda que al realizar por primera vez esta práctica se utilice un grupo de topografía certificado con el fin de obtener simultáneamente mapas autenticados de la delimitación de la finca para presentar ante autoridades gubernamentales.

Descombrado y ruma: Esta práctica es aplicada cuando los terrenos son nuevos. Consiste en la habilitación de un terreno para el cultivo de la caña, se recomienda la utilización de tractores de oruga llamados buldózer de las series D5, D4H, D6 o D8 y D10 aunque los últimos mencionados son considerados de excesiva potencia para esta labor. El más recomendado es el uso de un buldózer D5 de aplicación especial con el implemento de peine-fleco para eliminar vegetación y piedras. En caso de ser necesario se puede hacer uso de motosierras y bueyes para eliminar de igual manera la vegetación y eliminar las piedras que sean posibles (Figura 26).

Diseño y trazo de la finca: El diseño del área y división de los lotes se hacen con relación a longitud y orientación de los surcos basándose en las curvas a nivel. Se toman en cuenta los factores de cosecha, riego, drenaje y lavado de suelo por exceso de lluvias. El diseño óptimo es orientar los surcos siguiendo las curvas a nivel. Se recomienda orientar los lotes y los surcos de manera que disminuyan de la mejor manera posible las pendientes del terreno ya que la degradación de los suelos aumenta y las labores de campo se dificultan al situar un lote con una pendiente excesiva. Se debe tomar en cuenta la facilidad de ingreso, monitoreo, identificación, acceso a maquinaria de cosecha, labores, transporte y en su efecto considerar el ingreso de mano de obra (Figura 54).

Desbasurado y requema: Se quema la basura de residuos vegetales que ha quedado en el campo y basura de cultivos anteriores, en caso de renovación del cañal pueden ser residuos de caña.

3.1.1.2 Preparación de terreno

Volteo o arado: Después de recibir la recomendación según la calicata, si se debe, el volteo o arado se realiza sólo en las áreas de producción que no son manejadas en el sistema de labranza reducida. Se realiza a los 20 días después de la aplicación de herbicida con un tractor de alta potencia y un sistema de rastra pesada o rompedora. Se debe graduar el ángulo de las secciones, el implemento o un cambio de implemento con la finalidad de que ocurra la mayor inversión de suelo y a una profundidad no menor de aproximadamente 11-13" (25-35 cm). La dirección del arado o volteo debe realizarse siguiendo el sentido de los surcos (Figuras 27 y 28).

Pulido o pase de rastra: Esta actividad se debe llevar a cabo como mínimo unos 15 días después del arado, se debe utilizar un sistema de rastras livianas especiales para esta actividad. La velocidad del tractor al momento de pulir el suelo debe ser de 8 a 10 km/h y se debe trabajar en dirección transversal al arado. El suelo debe quedar bien mullido para así poder realizar con más facilidad las actividades que siguen en el manejo de la caña, asimismo, para poder realizar una buena cobertura de la semilla al momento de la siembra (Figuras 28 y 29).

Surcado: La labor de surcado se realiza inmediatamente después de realizar el pulido, para llevar a cabo esta actividad eficientemente el pulido debe dejar el suelo sin presencia de partículas grandes, lo cual dificulta el surcado. Se lleva a cabo con un tractor de alta potencia y un implemento que consta de unos vertedores o surcadores que abren los surcos, el número de vertedores está relacionado a la potencia del tractor. Se recomienda

utilizar implementos con marcadores y con tolvas para aplicar fertilizante e insecticida, lo cual evita el uso de ayudantes para la dirección del piloto del tractor ya que es importante que el surcado quede recto, de igual manera se puede utilizar maquinaria menos tecnificada obteniendo resultados similares. El distanciamiento es de 1.50 metros, la dirección de los surcos debe ser realizada en función del diseño realizado previamente del terreno, el cual debe estar enfocado a la mejor conservación de los suelos, el ambiente y la eficiencia de manejo (Figuras 30 y 31).

Estaquillado: El estaquillado se realiza unos dos días antes de la siembra, la forma comúnmente usada es de 12 metros entre estacas y unos 10 surcos de separación entre líneas de estacas. Los 12 metros de distancia se deben poder cubrir con un solo paquete de semillas que se recomienda tenga unos 30 esquejes y 50-60 cm de largo cada uno. La principal función del estaquillado es guiar a los sembradores, mantener un orden en la plantación, facilitar la distribución y el pago de los sembradores.

3.1.1.3 Semilleros

Semillero básico: Un semillero básico es el que se establece con el objetivo de proporcionar semilla para el semillero comercial, éste debe establecerse en lugares libres de caña voluntaria, en un suelo bien mullido, con riego y libre acceso. Además debe encontrarse cercano al lugar donde se establecerá el semillero comercial, debe estar sin riesgo a la aplicación de los madurantes. El suelo no debe estar muy húmedo al momento de la cosecha.

El tratamiento térmico se realiza en semilleros, para las regiones con similares condiciones climatológicas a las de la región centroamericana, estos semilleros son establecidos en diciembre y agosto. Es recomendable sumergir los esquejes en agua a 51 °C durante 10 minutos seguido de un reposo en agua a temperatura ambiente de 8 a 12 horas, luego se sumerge nuevamente en agua a 51 °C durante una hora. A los esquejes tratados térmicamente se les debe aplicar un fungicida para prevenir pérdidas y mantener el rendimiento deseado. El tamaño de los esquejes debe ser de 2 - 3 pulgadas de largo y se siembran 3 - 4 por metro lineal, tapando con unos 3 cm de suelo mullido.

Semillero comercial: El establecimiento de un semillero comercial, para las regiones con similares condiciones climatológicas a las de la región centroamericana, debe hacerse en los meses de abril y mayo para las renovaciones de la época seca y para las renovaciones de época lluviosa en los meses de agosto y septiembre. Después del corte de la semilla se deben realizar paquetes para facilitar el transporte, conteo y distribución en el campo, se recomienda utilizar un número de semillas por paquete adecuado a las proporciones de la producción. Antes de iniciar el corte en los semilleros se recomienda realizar una práctica preventiva de desinfección de los machetes con yodo al 5% (Figura 32).

Corte de semilla: Uno a dos días antes de la siembra planificada para un lote o finca, se realiza el corte de las semillas en los semilleros que hayan alcanzado de 8 a 10 meses de edad y se realizan los paquetes de 30 esquejes, que tengan aproximadamente unos 50-60 cm, con los cuales se debe llenar los 12 metros del estaquillado. Los esquejes deben ser de

buena calidad y deben estar en buenas condiciones morfológicas, con una cantidad de yemas florales de 3 a 5 por esqueje (Figuras 32 y 33).

Transporte de semilla: En caso que sea necesario, la semilla debe transportarse un día antes de la siembra, se puede llevar en jaulas o en plataformas, con el fin de poder transportar las semillas al lugar de siembra, previamente esquilado, para así facilitar la distribución y el sembrado más eficiente y veloz.

Colocación de la semilla: Se distribuye en las cabeceras de los lotes y en áreas ubicadas estratégicamente con el fin de agilizar la distribución, se debe dejar los paquetes lo más cercano posible y con el cuidado de no dañar las yemas y los paquetes. Antes del día de siembra los paquetes deben quedar distribuidos de tal manera que los sembradores no tengan ningún problema con la recolección y distribución de la semilla (Figura 34).

3.1.1.4 Siembra

Distribución de la semilla: Se debe colocar un paquete de esquejes en cada 12 metros lineales delimitados por estacas, se debe colocar en una forma que mejor se acomode a las condiciones de suelo y a la densidad que se desea obtener. Para los paquetes de 30 esquejes se recomienda que éstos sean colocados en forma de cadena simple con un traslape de 15-20 % y así lograr alcanzar exactos los 12 metros sin que sobre ni falte semilla ($30 * 0.50 \text{ m} = 15 \text{ m} - 20 \% = 12 \text{ m}$).

Tapado de semilla: Se debe realizar un buen tapado de la semilla con el fin de obtener un alto número de yemas germinadas y alcanzar los rendimientos en población deseados en la planificación. Para obtener el mejor tapado de la semilla, el suelo debe estar bien mullido y libre de partículas grandes como terrones grandes de suelo o piedras, los cuales crearán burbujas de aire y deficiencia de humedad a las yemas que no estén bien tapadas con suelo mullido. Por lo que la práctica de pulido del suelo es importante y se debe tener un alto control de calidad al momento de realizar la preparación del suelo.

3.1.1.5 Manejo Integrado de Plagas

Las plagas que representan una amenaza al cultivo y el manejo integrado de plagas se encuentra en el apéndice número 1.

3.1.1.6 Herbicidas

Aplicación de herbicidas: Es importante recordar que según la variedad existe un período crítico de presencia de malezas para la caña, variando desde los 30 a 90 días después de siembra o de cosecha anterior (Subirós, 1995). La aplicación de herbicida en áreas nuevas se hace con el propósito de eliminar pastos, donde se van a establecer los semilleros básico y comercial, para el caso de labranza reducida se aplican para eliminar la cepa de la caña que sale al espacio entre surcos. Se recomienda mezclar herbicida con adherente para mejorar su efectividad.

La mejor aplicación de herbicida se logra con la utilización de bombas de mochila de presión constante con un volumen aproximado de unos 185-190 litros de agua por hectárea. El herbicida para labranza reducida debe aplicarse dirigido al surco donde está la cepa vieja del cultivo anterior, unos 30 días después del corte o cuando esta cepa llegue aproximadamente a unos 20-30 cm de alto (Figura 36).

Herbicida pre-emergente: El herbicida pre-emergente se debe aplicar a los 11-13 días después de la siembra, se puede aplicar con mochilas de presión constante, con tractor o con aeronave. La aplicación debe ser dirigida al surco con traslape en la mesa, ésta debe realizarse un día después del riego, en áreas sin riego deberá tenerse condiciones adecuadas de humedad. El herbicida pre-emergente que se utiliza depende de las condiciones de cada lote o finca, de las diferentes malezas que se encuentran en cada región y la severidad de los ataques por finca o lote (Figuras 36, 37, 38 y 39).

Herbicida post-emergente: El herbicida post-emergente se debe aplicar a los 61-66 días después de la siembra, se puede aplicar con mochilas de presión constante, con tractor o con aeronave. La aplicación debe ser dirigida al surco con traslape en la mesa, ésta debe realizarse también un día después del riego. El herbicida post-emergente que se utiliza depende de las condiciones de cada lote o finca, de las diferentes malezas que se encuentran en cada región y la severidad de los ataques por finca o lote (Figuras 42, 43 y 44).

3.1.1.7 Inhibidores de floración

Los inhibidores de floración deben aplicarse a las variedades tempranas y floreadoras, las cuales son cosechadas en el último período de la zafra. Las fincas que sean destinadas para aplicar inhibidores de floración deben tener una edad mayor de 4 meses ya que a esta edad las variedades floreadoras entran en un período de inducción floral. La temporada de aplicación de inhibidores de floración para éstas variedades varía según la época de siembra pero oscila comúnmente entre los meses de agosto a septiembre (Figura 43).

Para una buena aplicación deben presentarse las condiciones óptimas de humedad relativa (más de 75%), temperatura menor a 27 °C y viento de 3 a 5 km/h. La cobertura con avión debe ser de aproximadamente 20 metros y con helicóptero de 16 metros a una altura de vuelo de 3 metros. Para una aplicación más efectiva se recomienda usar adherente en la aplicación.

3.1.1.8 Madurantes

Los madurantes son herbicidas que a determinadas dosis trabajan como reguladores de crecimiento, optimizando los procesos fisiológicos de la planta y aumentando la concentración de sacarosa en los tallos (Figura 43).

Actúan directamente en los meristemos apicales de las plantas y catalizan las enzimas responsables de la acumulación de sacarosa inhibiendo parcialmente el crecimiento. Estos herbicidas usados para concentrar azúcares en el cultivo de la caña de azúcar son aplicados foliarmente entre 40-45 días antes de la cosecha (La Unión S.A, 2002).

3.1.1.9 Fertilización

La fertilización del cultivo de caña es una práctica que hasta hace poco no se había considerado importante dentro del manejo del cultivo, en áreas con riego y sin problemas de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) se fertiliza inmediatamente después del primer riego o incorporado de 5 a 9 días después del corte. Pueden elaborarse calendarios de aplicación, mezcla y dosis independiente y específico para cada finca ó lote. En áreas de riego con presencia de chinche salivosa se debe fertilizar de 20 a 30 días después del corte. La estructuración de un calendario de aplicación de fertilizante debe ser estrictamente basado en un análisis de las condiciones individuales de cada finca y un análisis de suelos, para poder así dar las mejores recomendaciones de fertilizantes a aplicar en cada área individual o por grupos y regiones (Figura 45).

Las principales mezclas de fertilizantes que se utilizan en caña son nitrógeno, fósforo, potasio y azufre. Las mezclas y cantidades son específicas para cada finca dependiendo de los requerimientos y el manejo del cultivo.

Como recomendación de ensayo se debe aplicar el 50% del fertilizante sobre la cepa en forma mecánica, el fertilizante debe ser aplicado con abono-cultivadora de discos y sin cinceles. La rastra debe cultivar de forma que entierre el fertilizante sin ser un aporque exagerado que deje surcos que puedan ser erosionados. El otro 50 % se debe aplicar con abono-cultivadora de cinceles, incorporando el fertilizante en la mesa lo más cercano posible al surco de caña.

Fertilización por avión: Se realiza en los lotes y fincas que no se han fertilizado según los proyectos de productividad, formulado independientemente para cada finca y que tengan menos de 180 días después del corte o siembra. Los factores que se toman en consideración para la fertilización aérea con sulfato son: edad del cultivo, densidad de población, número de cortes, número de riegos, variedad y tipo de suelos. Las áreas que son tomadas en cuenta en este análisis, deben estar libres de malezas en el momento de la aplicación (Figura 42).

El estaquillado es a cada 18 metros para aviones Trush y Turbo Trush, la capacidad para cada avión es de 20 a 24 quintales Trush y para Turbo Trush 24 a 40 quintales. La cantidad de quintales por vuelo está basada en función del área, el largo de la pista y el número de vuelos del bloque, finca o área a aplicar. La altura de vuelo es de 3 a 4 metros sobre la caña, verificando el traslape del abono entre pasadas.

El horario para aplicación es de 6:00 am hasta 5:00 ó 6:00 pm. La aplicación se suspende si en 4 días no llueve. Dos días antes de la aplicación deben elaborarse los mapas con las áreas y listado de lotes o fincas que se aplicarán con el propósito de diseñar los recorridos de vuelo, formulaciones y carga por vuelo.

Fertilización para labranza reducida

En el sistema tradicional (CENGICANÑA), el herbicida para labranza reducida se aplica de 30-35 días después del corte cuando la cepa alcanza 40-45 cm de altura, debe ser dirigido al surco y podrá realizarse con mochila de presión constante o con aguilón y tractor.

Bomba de Mochila: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha, o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla TK-105, ubicada a la altura del ápice, aproximadamente a 40 cm del suelo. Se debe asegurar la aplicación del producto sobre el material vegetal y no sobre la mesa. En aguas con alto contenido de sales (dureza mayor a 150 ppm) se debe tratar el agua y si llueve antes de la tercera hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse.

Aplicación con Aguilón: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha, o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla de presión constante, la selección dependerá de las condiciones del área, equipo y producto. En CENGICANÑA recomiendan la XR-11002, ubicadas a la altura del ápice aproximadamente a 40 cm del suelo, debe aplicarse todo el producto en el material vegetal y no en la mesa, asegurándose que la boquilla quede al centro del surco cuando el distanciamiento entre surcos es uniforme a 1.50 m, de lo contrario deberá aplicarse con bomba de mochila.

El tractor deberá tener una velocidad de desplazamiento de 6-7 km/h para una óptima aplicación. La presión de operación debe ser entre 25- 40 PSI. En agua con alto contenido de sales (dureza mayor de 150 ppm) se deberá tratar. Si llueve antes de la tercera hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse.

Incorporación de cepas y fertilizante: A los 50-55 días después de la siembra se incorporan las cepas del cultivo anterior, efectuando simultáneamente la fertilización complementaria de acuerdo a las especificaciones individuales de cada lote o finca (Figura 46).

Fertilización en la siembra: Cuando el surcado es realizado con surcadores sencillos y no se fertiliza al momento de la siembra, se debe aplicar el fertilizante asegurándose que quede en el fondo del surco, haciéndolo en forma manual y al voleo. Se puede realizar un surco a la vez con el uso del sistema del saco de polietileno al hombro o con mochila de gravedad se pueden fertilizar dos surcos simultáneamente.

Fertilización complementaria: En algunos casos se realiza una fertilización complementaria a los cañales con el fin de aumentar el rendimiento de los mismos. Esta aplicación se realiza entre los días 55 a 60 después de la siembra, en caso que se realice esta aplicación se debe tomar en cuenta los análisis de suelo y el plan de fertilización elaborado antes de la siembra. Se utilizan tractores de llanta, potencia moderada de 100 a 120 HP y un sistema de tolvas y discos dentados, con una velocidad de aplicación de 8 a 10 km/h (Figura 45 y 48).

3.1.1.10 Riego

EL primer riego se aplica de 1-2 días después de la siembra, el segundo riego debe realizarse 10 días después de la siembra, mientras que partiendo del tercer riego en adelante la frecuencia se especifica en función del tipo del suelo como se demuestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Frecuencia de riego en días según tipo de suelo.

Tipo de Suelo	Caña Nueva		Caña Rebrote	
	Aspersión	Gravedad	Aspersión	Gravedad
Arenoso	15-18 días	15-18 días	15-18 días	15-18 días
Franco	18-22 días	18-22 días.	18-22 días	23-25 días
Arcilloso	20-22 días	20-22 días	23-26 días	23-26 días

Fuente: Pantaleón S.A., 2002.

Primer riego de germinación: El riego de germinación debe realizarse de uno a dos días después de la siembra. Para el riego por aspersión debe aplicarse un volumen total de aproximadamente 105 mm en un período no mayor de 3 horas, para no ocasionar una sobre saturación del suelo, que puede conllevar a la pudrición de las yemas, falta de oxígeno para las yemas y proliferación de plagas en el suelo (Figuras 51 y 52).

Cuando el riego es por gravedad debe regarse hasta el momento en que el agua llega al final del surco y no saturar por más tiempo cada uno de los surcos (Figura 53).

Segundo riego: El segundo riego debe hacerse de la misma manera en que se realizó el primer riego, el principal factor a considerar es la cantidad de agua aplicada, pues es preferible un mayor número de riegos que mayor volumen de agua por riego, debido a los problemas que puede ocasionar una saturación prolongada de agua en el suelo. El segundo riego se debe realizar entre los 10 y 12 días después de la siembra (Figura 51).

Tercer riego: El tercer riego se debe aplicar entre los 27 y 30 días, la frecuencia de riego después del tercer riego está dada por el tipo de suelo. Cuando este riego es realizado por aspersión se debe aplicar una lámina de 65 a 75 mm, siempre en un período no mayor a 3 horas para evitar los problemas que ello conlleva y los retrasos de otros terrenos de producción. En riego por gravedad la aplicación de la lámina de agua es desuniforme debido a que el agua ingresa al terreno por un sólo lado, el cual recibirá más agua por lo que se debe regar cada surco hasta que el agua haya alcanzado el otro extremo del surco y con esto lograr aplicar suficiente volumen de agua a todas las cañas del mismo surco (Figura 49).

Cuarto riego: El cuarto riego se realiza de la misma manera que el tercer riego entre los 45 y 48 días después de la siembra, este período dependerá del tipo de suelo en que esté ubicada la caña.

Quinto riego: Se realiza de la misma manera en que se llevó a cabo el tercer riego. Debe realizarse entre los 60 y 65 días después de la siembra.

Sexto riego: Se realiza en la misma manera que se realizó el tercer riego. El sexto riego se aplica a los 75-80 días después de la siembra, por ser un suelo arenoso con caña nueva la frecuencia ha sido de 15 a 18 días entre riegos la cual se deberá seguir aplicando según sea necesario durante el desarrollo del cultivo. Debe mantenerse dentro del rango de rentabilidad. Se recomienda que preferiblemente el número de riegos no sea mayor a 8 por cultivo, se considera efectivo aun un número de riegos entre 9 y 11, pero éste número dependerá de las condiciones ambientales y los rendimientos de los cañales.

3.1.1.11 Despeje de rondas

Esta labor se realiza a finales de la época lluviosa, con la finalidad de limpiar las rondas que se han enmalezado en el invierno, hay tres formas comunes de realizarlo:

Químico: Con bombas de mochila o con mochilas de presión constante debe aplicarse un volumen de aproximadamente 280 l/ha de descarga. Utilizar un equipo de aplicación no mayor de 10 personas utilizando Round up y adherente para aumentar la eficiencia de la aplicación.

Manual: Manualmente deben mantenerse limpios los caminos y perímetros de los cañales, para así, mantener baja la proliferación de las malezas y para evitar los hospederos de plagas. Para esta labor es recomendable trabajar con machetes, limas o chapeadoras (machete de agricultor), tratando de dejar un buen trabajo en poco tiempo para cubrir áreas grandes y con bajos recursos humanos. El uso de azadón no es apropiado para grandes extensiones aunque el trabajo sea más limpio (Figura 40).

Mecánico: Para esta labor no se deben utilizar tractores de alto despeje o high crop, se usan los de potencia baja entre 60-100 HP, halando una chapeadora que más se acomode a las condiciones del terreno y de la finca.

3.1.1.12 Cosecha

La cosecha se lleva a cabo durante todo el período de zafra de los Ingenios, en caso de ser productor particular puede cosechar con maquinaria y personal del Ingenio al que se entrega la caña, para el caso de un ingenio ésta actividad corresponde al departamento de cosecha y transportes (Figuras 19, 21 y 22).

3.1.2 Suelos arenosos a franco-arenosos con acceso a riego. Caña de Rebrote

3.1.2.1 Desbasurado y requema

En la cosecha de maletas se desbasura en forma mecánica con tractor y con un implemento desbasurador o peine y luego se requema inmediatamente. En la cosecha a

granel se requema la basura que va quedando atrás, después de la cosecha y se acomoda en filas o chorras para facilitar su combustión.

3.1.2.2 Manejo integrado de plagas

Las plagas que representan una amenaza al cultivo y el manejo integrado de plagas se encuentra en el apéndice número 1.

3.1.2.3 Fertilización

La fertilización del cultivo se hace aproximadamente a los 5-10 días después de la cosecha, con tractor y un implemento o abono-cultivadora de discos dentados y no lisos, debido a que es necesario que el abono aplicado quede en el suelo y no sobre la basura dejada por la cosecha anterior. La velocidad de operación es de 8 a 10 km/h.

La fertilización del cultivo de caña es una de las prácticas que hasta hace poco no se había considerado importante dentro del manejo del cultivo, en áreas con riego y sin problemas de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*), se fertiliza inmediatamente después del primer riego o incorporado de 5 a 9 días después del corte. Puede elaborarse un calendario de aplicación, mezcla y dosis independiente y específico para cada finca o lote. La estructuración de un calendario de aplicación de fertilizantes debe ser estrictamente basado en un análisis de las condiciones individuales de cada finca y un análisis de suelos, para poder así dar las mejores recomendaciones de fertilizantes a aplicar en cada área individual o por grupos y regiones (Figura 45).

Las principales mezclas de fertilizantes que se utilizan en caña son nitrógeno, fósforo, potasio y azufre. Las mezclas y cantidades son específicas para cada finca dependiendo de los requerimientos y el manejo del cultivo.

Como recomendación de ensayo se debe aplicar el 50 % del fertilizante sobre la cepa en forma mecánica, el fertilizante debe ser aplicado con abono-cultivadora de discos y sin cinceles. La rastra debe cultivar de forma que entierre el fertilizante, sin ser un aporque exagerado que deje surcos que puedan ser erosionados. El otro 50 % se debe aplicar con abono-cultivadora de cinceles, incorporando el fertilizante en la mesa lo más cercano posible al surco de caña.

Fertilización por avión: Se realiza en los lotes y fincas que no han fertilizado según los proyectos de productividad, formulado independientemente para cada finca y que tengan menos de 180 días después del corte o siembra. Los factores que se toman en consideración para la fertilización aérea con sulfato son: edad del cultivo, densidad de población, número de cortes, número de riegos, variedad y tipo de suelos. Las áreas que son tomadas en cuenta en este análisis, deben estar libres de malezas en el momento de la aplicación (Figura 42).

El estaquillado es de 18 metros para aviones Trush y Turbo Trush, la capacidad para cada avión es de: Trush 20 a 24 quintales y Turbo Trush 24 a 40 quintales. La cantidad de quintales por vuelo está basado en función del área, el largo de la pista y el número de

vuelos del bloque, finca o área a aplicar. La altura de vuelo es de 3 a 4 metros sobre la caña, verificando el traslape del abono entre pasadas.

El horario para aplicación es de 6:00 a.m. hasta 5:00 ó 6:00 p.m. La aplicación se suspende si en 4 días no llueve. Dos días antes de la aplicación deben elaborarse los mapas con las áreas y listado de lotes o fincas que se aplicaran con el propósito de diseñar los recorridos de vuelo, formulaciones y carga por vuelo.

Fertilización para labranza reducida

En el sistema tradicional de CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar), el herbicida para labranza reducida se debe aplicar de 30-35 días después del corte, cuando la cepa tenga 40-45 cm de altura, dirigido al surco. Esta práctica puede realizarse con mochila de presión constante ó con aguilón y tractor.

Bomba de Mochila: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla TK-105, ubicada a la altura del ápice, aproximadamente a 40 cm del suelo. Se debe asegurar la aplicación del producto sobre el material vegetal y no sobre la mesa. En aguas con alto contenido de sales (dureza mayor a 150 ppm) el agua debe tratarse. Si llueve antes de la tercera hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse.

Aplicación con Aguilón: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla de presión constante, la selección dependerá de las condiciones del área, equipo y producto. En CENGICAÑA recomiendan la XR-11002, ubicadas a la altura del ápice, unos 40 cm del suelo aproximadamente. Debe aplicarse todo el producto en el material vegetal y no en la mesa, asegurándose que la boquilla quede al centro del surco, cuando el distanciamiento entre surcos sea uniforme a 1.50 m, de lo contrario deberá aplicarse con bomba de mochila. El tractor deberá tener una velocidad de desplazamiento de 6-7 km/h para una óptima aplicación. La presión de operación deberá ser entre 25- 40 PSI. En aguas con alto contenido de sales (dureza mayor de 150 ppm) se deberá tratar el agua. Si llueve antes de la tercera hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse.

3.1.2.4 Riego

Primer riego: El riego de germinación se realiza entre 10-30 días después de la cosecha, dependerá de la humedad en el suelo. Para el riego por aspersión, se aplica un volumen total de aproximadamente 65-70 mm en un período no mayor de 3 horas, para no ocasionar una sobresaturación del suelo que puede conllevar a la pudrición de las cepas, falta de oxígeno a las cepas y proliferación de plagas en el suelo. Cuando el riego es por gravedad se riega hasta el momento en que el agua llega al final del surco y no saturar por más tiempo cada uno de los surcos.

Segundo riego: El segundo riego se realiza de la misma manera en que se realizó el primer riego, el principal factor a considerar es la cantidad de agua aplicada pues es

preferible mayor número de riegos que mayor volumen de agua por riego, debido a todos los problemas que puede ocasionar una saturación prolongada de agua en el suelo. El segundo riego se debe realizar entre los 30 y 40 días después de la cosecha.

Tercer riego: La frecuencia de los riegos que se apliquen al cultivo sigue la recomendación del cuadro 6, basándose en el día que fue aplicado el segundo riego.

3.1.2.5 Despeje de rondas

Esta labor se realiza a finales de la época lluviosa, con la finalidad de limpiar las rondas de las malezas que han crecido por las lluvias, hay tres formas comunes de realizarlo:

Químico: Con bombas de mochila o con mochilas de presión constante debe aplicarse un volumen de aproximadamente 280 l/ha de descarga. Utilizar un equipo de aplicación no mayor de 10 personas utilizando Round up y adherente para aumentar la eficiencia de la aplicación.

Manual: Manualmente deben mantenerse limpios los caminos y perímetros de los cañales, para así, mantener baja la proliferación de las malezas y para evitar los hospederos de plagas. Para esta labor es recomendable trabajar con machetes, limas o chapeadoras (machete de agricultor), tratando de dejar un buen trabajo en poco tiempo para cubrir áreas grandes y con bajos recursos humanos. El uso de azadón no es apropiado para grandes extensiones aunque el trabajo sea más limpio (Figura 40).

Mecánico: Para esta labor no se deben utilizar tractores de alto despeje o high crop, se usan los de potencia baja entre 60-100 HP, halando una chapeadora que más se acomode a las condiciones del terreno y de la finca.

3.1.2.6 Herbicidas

Es importante recordar que según la variedad existe un período crítico de presencia de malezas para la caña, variando desde los 30 a 90 días después de siembra o de cosecha anterior (Subirós, 1995). La aplicación de herbicida en áreas nuevas se hace con el propósito de eliminar pastos, donde se van a establecer los semilleros básico y comercial, para el caso de labranza reducida se aplican para eliminar la cepa de la caña que sale al espacio entre surcos. Se recomienda mezclar herbicida con adherente para mejorar su efectividad.

La mejor aplicación de herbicida se logra con la utilización de bombas de mochila de presión constante con un volumen aproximado de 185-190 litros de agua por hectárea. El herbicida para labranza reducida debe aplicarse dirigido al surco donde está la cepa vieja del cultivo anterior, unos 30 días después del corte o cuando esta cepa llegue aproximadamente a unos 20-30 cm de alto (Figura 36 y 37).

Herbicidas Post-emergente: El herbicida post-emergente se debe aplicar a los 61-66 días después de la siembra, se puede aplicar con mochilas de presión constante, con tractor o con aeronave. La aplicación debe ser dirigida al surco con traslape en la mesa, ésta debe

realizarse también un día después del riego. El herbicida post-emergente que se utiliza depende de las condiciones de cada lote o finca, de las diferentes malezas que se encuentran en cada región y la severidad de los ataques por finca o lote (Figuras 42, 43 y 44).

3.1.2.7 Inhibidores de floración

Los inhibidores de floración deben aplicarse en las variedades tempranas y floreadoras, las cuales son cosechadas en el último período de la zafra. Las fincas que sean destinadas para aplicar inhibidores de floración deben tener una edad mayor de 4 meses ya que a esta edad las variedades floreadoras entran en un período de inducción floral. La temporada de aplicación de inhibidores de floración para éstas variedades varía según la época de siembra pero oscila comúnmente entre los meses de agosto a septiembre (Figura 42 y 43).

Para una buena aplicación deben presentarse las condiciones óptimas de humedad relativa (más de 75 %), temperatura menor a 27 °C y viento de 3 a 5 km/h. La cobertura con avión debe ser de aproximadamente 20 metros y con helicóptero de 16 metros a una altura de vuelo de 3 metros. Para una aplicación más efectiva se recomienda usar adherente en la aplicación.

3.1.2.8 Madurantes

Los madurantes son herbicidas que a determinadas dosis trabajan como reguladores de crecimiento, optimizando los procesos fisiológicos de la planta y aumentando la concentración de sacarosa en los tallos (Figura 43).

Actúan directamente en los meristemos apicales de las plantas y catalizan las enzimas responsables de la acumulación de sacarosa inhibiendo parcialmente el crecimiento. Estos herbicidas usados para concentrar azúcares en el cultivo de la caña de azúcar son aplicados foliarmente entre 40-45 días antes de la cosecha (La Unión S.A, 2002).

3.1.2.9 Cosecha

Se lleva a cabo durante todo el período de zafra de los Ingenios, en caso de ser productor particular puede cosechar con maquinaria y personal del Ingenio al que se entrega la caña, para el caso de un Ingenio esta actividad corresponde al departamento de cosecha y transportes (Figuras 19, 21 y 22).

3.1.3 Suelos arenosos sin acceso a riego. Caña Nueva

3.1.3.1 Adecuación del terreno

Estudio Topográfico: Realizar un levantamiento planimétrico y altimétrico del área con el fin de generar un plano de curvas a nivel que le permita realizar una mejor evaluación del área seleccionada, así como el diseño de calles, divisiones, estructuras hidráulicas y

drenajes. Asimismo, se logra obtener el área real de cultivo en todo el lote y el área de cada fracción seccionada. Este trabajo se puede realizar por medio de personas con conocimientos en topografía, utilizando los equipos apropiados para cada terreno y según el alcance económico (se recomienda el uso de teodolitos, estación total o GPS, ayudados con el uso de programas como softdesk, autodesk y autocad). Se recomienda que al realizarse por primera vez esta práctica se utilice un grupo de topografía certificado con el fin de obtener simultáneamente mapas autenticados de la delimitación de la finca para presentar ante autoridades gubernamentales.

Descombrado y ruma: Esta práctica es aplicada cuando los terrenos son nuevos. Consiste en la habilitación de un terreno para el cultivo de la caña, se recomienda la utilización de tractores de oruga llamados buldózer de las series D5, D4H, D6 o D8 y D10 aunque los últimos mencionados son considerados de excesiva potencia para esta labor. En caso de ser necesario se puede hacer uso de motosierras. El más recomendado es el uso de un buldózer D5 de aplicación especial con el implemento de peine-fleco con el fin de eliminar vegetación y piedras. Pueden usarse motosierras y bueyes para eliminar de igual manera la vegetación y eliminar las piedras que sean posibles (Figura 26).

Diseño y trazo de la finca: El diseño del área y división de los lotes se hace con relación a longitud y orientación de los surcos basándose en las curvas a nivel. Se toman en cuenta los factores de cosecha, riego, drenaje y lavado de suelo por exceso de lluvias. El diseño óptimo es orientar los surcos siguiendo las curvas a nivel. Se recomienda orientar los lotes y los surcos de manera que disminuyan de la mejor manera posible las pendientes del terreno ya que la degradación de los suelos aumenta y las labores de campo se dificultan al situar un lote con una pendiente excesiva. Se debe tomar en cuenta la facilidad de ingreso, monitoreo, identificación, acceso a maquinaria de cosecha, labores, transporte y en su efecto considerar el ingreso de mano de obra (Figura 54).

Desbasurado y requema: Se quema la basura de residuos vegetales que ha quedado en el campo y basura de cultivos anteriores, en caso de renovación del cañal pueden ser residuos de caña.

3.1.3.2 Preparación del terreno

Volteo o arado: Después de recibir la recomendación según la calicata, si se debe, el volteo o arado se realiza sólo en las áreas de producción que no son manejadas en el sistema de labranza reducida. Se realiza a los 20 días después de la aplicación de herbicida con un tractor de alta potencia y un sistema de rastra pesada o rompedora. Se debe graduar el ángulo de las secciones, el implemento o un cambio de implemento con la finalidad de que ocurra la mayor inversión de suelo y a una profundidad no menor de aproximadamente 11-13" (25-35 cm). La dirección del arado o volteo debe realizarse siguiendo el sentido de los surcos (Figuras 27 y 28).

Pulido o pase de rastra: Esta actividad se debe llevar a cabo como mínimo unos 15 días después del arado, se debe utilizar un sistema de rastras livianas especiales para esta actividad. La velocidad del tractor al momento de pulir el suelo debe ser de 8 a 10 km/h y se debe trabajar en dirección transversal al arado. El suelo debe quedar bien mullido para

así poder realizar con más facilidad las actividades que siguen en el manejo de la caña, asimismo, para poder realizar una buena cobertura de la semilla al momento de la siembra (Figuras 28 y 29).

Surcado: La labor de surcado se realiza inmediatamente después de realizar el pulido, para llevar a cabo esta actividad eficientemente el pulido debe dejar el suelo sin presencia de partículas grandes, lo cual dificulta el surcado. Se lleva a cabo con un tractor de alta potencia y un implemento que consta de unos vertedores o surcadores que abren los surcos, el número de vertedores está relacionado a la potencia del tractor. Se recomienda utilizar implementos con marcadores y con tolvas para aplicar fertilizante e insecticida, lo cual evita el uso de ayudantes para la dirección del piloto del tractor ya que es importante que el surcado quede recto, de igual manera se puede utilizar maquinaria menos tecnificada obteniendo resultados similares. El distanciamiento es de 1.50 m, la dirección de los surcos debe ser realizada en función del diseño realizado previamente del terreno, el cual debe estar enfocado a la mejor conservación de los suelos, el ambiente y la eficiencia de manejo (Figuras 30 y 31).

Estaquillado: El estaquillado se realiza unos dos días antes de la siembra, la forma comúnmente usada es de 12 metros entre estacas y unos 10 surcos de separación entre líneas de estacas. Los 12 metros de distancia se deben poder cubrir con un sólo paquete de semillas que se recomienda tenga unos 30 esquejes y 50-60 cm de largo cada uno. La principal función del estaquillado es guiar a los sembradores, mantener un orden en la plantación, facilitar la distribución y el pago de los sembradores.

3.1.3.3 Semilleros

Semillero básico: Un semillero básico es el que se establece con el objetivo de proporcionar semilla para el semillero comercial, éste debe establecerse en lugares libres de caña voluntaria, en un suelo bien mullido, con riego y libre acceso. Además, debe encontrarse cercano al lugar donde se establecerá el semillero comercial, debe estar sin riesgo a la aplicación de los madurantes. El suelo no debe estar muy húmedo al momento de la cosecha.

El tratamiento térmico se realiza en semilleros, para las regiones con similares condiciones climatológicas a las de la región centroamericana, estos semilleros son establecidos en diciembre y agosto. Es recomendable sumergir los esquejes en agua a 51 °C durante 10 minutos seguido de un reposo en agua a temperatura ambiente de 8 a 12 horas, luego se sumerge nuevamente en agua a 51 °C durante una hora. A los esquejes tratados térmicamente se les debe aplicar un fungicida para prevenir pérdidas y mantener el rendimiento deseado. El tamaño de los esquejes debe ser de 2 - 3 pulgadas de largo y se siembran 3 - 4 por metro lineal, tapando con unos 3 cm de suelo mullido.

Semillero comercial: El establecimiento de un semillero comercial, para las regiones con similares condiciones climatológicas a las de la región centroamericana, debe hacerse en los meses de abril y mayo para las renovaciones de la época seca y para las renovaciones de época lluviosa en los meses de agosto y septiembre. Después del corte de la semilla se

deben realizar paquetes para facilitar el transporte, conteo y distribución en el campo, se recomienda utilizar un número de semillas por paquete adecuado a las proporciones de la producción. Antes de iniciar el corte en los semilleros se recomienda realizar una práctica preventiva de desinfección de los machetes con yodo al 5 % (Figura 32).

Corte de semilla: Uno a dos días antes de la siembra planificada para un lote o finca, se realiza el corte de las semillas en los semilleros que hayan alcanzado de 8 a 10 meses de edad y se realizan los paquetes de 30 esquejes, que tengan aproximadamente unos 50-60 cm, con los cuales se debe llenar los 12 metros del estaquillado. Los esquejes deben ser de buena calidad y deben estar en buenas condiciones morfológicas, con una cantidad de yemas florales de 3 a 5 por esqueje (Figuras 32 y 33).

Transporte de semilla: En caso que sea necesario la semilla debe transportarse un día antes de la siembra, se puede llevar en jaulas o en plataformas con el fin de poder transportar las semillas al lugar de siembra previamente esquilado para así facilitar la distribución y el sembrado más eficiente y veloz.

Colocación de la semilla: Se distribuye en las cabeceras de los lotes y en áreas ubicadas estratégicamente, con el fin de agilizar la distribución se debe tratar de dejar los paquetes lo más cercano posible y con el cuidado de no dañar las yemas y los paquetes. Antes del día de siembra los paquetes deben quedar distribuidos de tal manera que los sembradores no tengan ningún problema con la recolección y distribución de la semilla (Figura 34).

3.1.3.4 Siembra

Distribución de la semilla: Se debe colocar un paquete de esquejes en cada 12 metros lineales delimitados por estacas, se debe colocar en una forma que mejor se acomode a las condiciones de suelo y a la densidad que se desea obtener. Para los paquetes de 30 esquejes se recomienda que éstos sean colocados en forma de cadena simple con un traslape de 15-20 % y así lograr alcanzar exactos los 12 metros sin que sobre ni falte semilla ($30 * 0.50 \text{ m} = 15 \text{ m} - 20 \% = 12 \text{ m}$).

En este caso se puede utilizar la práctica denominada siembra de humedad, se realiza de noche preferiblemente o muy temprano en la mañana. El objetivo principal es aprovechar la humedad del sereno por la mañana, para el caso de siembra de noche la finalidad es evitar la evaporación de la humedad del suelo, además la apertura de surcos es en el momento de la siembra, de la misma forma que el tapado (Figura 35).

Tapado de semilla: Se debe realizar un buen tapado de la semilla con el fin de obtener un alto número de yemas germinadas y alcanzar los rendimientos en población deseados en la planificación. Para obtener el mejor tapado de la semilla, el suelo debe estar bien mullido y libre de partículas grandes como terrones grandes de suelo o piedras los cuales crearán burbujas de aire y deficiencia de humedad a las yemas que no estén bien tapadas con suelo mullido. Por lo que la práctica de pulido del suelo es bastante importante y se debe tener un alto control de calidad al momento de realizar la preparación del suelo.

3.1.3.5 Manejo Integrado de Plagas

Las plagas que representan una amenaza al cultivo y el manejo integrado de plagas se encuentra en el apéndice número 1.

3.1.3.6 Herbicidas

Aplicación de herbicidas: Es importante recordar que según la variedad existe un período crítico de presencia de malezas para la caña, variando desde los 30 a 90 días después de siembra o de cosecha anterior (Subirós, 1995). La aplicación de herbicidas en áreas nuevas se hacen con el propósito de eliminar pastos, donde se van a establecer los semilleros básico y comercial, para el caso de labranza reducida se aplican para eliminar la cepa de la caña que sale al espacio entre surcos. Se recomienda mezclar herbicida con adherente para mejorar su efectividad.

La mejor aplicación de herbicida se logra con la utilización de bombas de mochila de presión constante con un volumen aproximado de unos 185-190 litros de agua por hectárea. El herbicida para labranza reducida debe aplicarse dirigido al surco donde está la cepa vieja del cultivo anterior, unos 30 días después del corte o cuando esta cepa llegue aproximadamente a unos 20-30 cm de alto (Figura 36).

Herbicida pre-emergente: El herbicida pre-emergente se debe aplicar a los 11-13 días después de la siembra, se puede aplicar con mochilas de presión constante, con tractor o con aeronave. La aplicación debe ser dirigida al surco con traslape en la mesa, ésta debe realizarse un día después del riego, en áreas sin riego deberá tenerse condiciones adecuadas de humedad. El herbicida pre-emergente que se utiliza depende de las condiciones de cada lote o finca, de las diferentes malezas que se encuentran en cada región y la severidad de los ataques por finca o lote (Figuras 36, 37, 38 y 39).

Herbicida post-emergente: El herbicida post-emergente se debe aplicar a los 61-66 días después de la siembra, se puede aplicar con mochilas de presión constante, con tractor o con aeronave. La aplicación debe ser dirigida al surco con traslape en la mesa, ésta debe realizarse también un día después del riego. El herbicida post-emergente que se utiliza depende de las condiciones de cada lote o finca, de las diferentes malezas que se encuentran en cada región y la severidad de los ataques por finca o lote (Figuras 42, 43 y 44).

3.1.3.7 Inhibidores de floración

Los inhibidores de floración deben aplicarse en las variedades tempranas y floreadoras, las cuales son cosechadas en el último período de la zafra. Las fincas que sean destinadas para aplicar inhibidores de floración deben tener una edad mayor de 4 meses ya que a esta edad las variedades floreadoras entran en un período de inducción floral. La temporada de aplicación de inhibidores de floración para éstas variedades varía según la época de siembra pero oscila comúnmente entre los meses de agosto a septiembre (Figura 42 y 43).

Para una buena aplicación deben presentarse las condiciones óptimas de humedad relativa (más de 75%), temperatura menor a 27 °C y viento de 3 a 5 km/h. La cobertura con avión

debe ser de aproximadamente 20 metros y con helicóptero de 16 metros a una altura de vuelo de 3 metros. Para una aplicación más efectiva se recomienda usar adherente en la aplicación.

3.1.3.8 Madurantes

Los madurantes son herbicidas que a determinadas dosis trabajan como reguladores de crecimiento, optimizan los procesos fisiológicos de la planta y aumentan la concentración de sacarosa en los tallos (Figura 43).

Actúan directamente en los meristemos apicales de las plantas y catalizan las enzimas responsables de la acumulación de sacarosa inhibiendo parcialmente el crecimiento. Estos herbicidas usados para concentrar azúcares en el cultivo de la caña de azúcar son aplicados foliarmente entre 40-45 días antes de la cosecha (La Unión S.A, 2002).

3.1.3.9 Fertilización:

En áreas sin riego se debe fertilizar entre 45-60 días después del corte y en áreas sin riego con presencia de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*), el fertilizante se debe aplicar entre los 21 días después del desaporque hasta antes del cierre del cañal. Este mismo panorama se da en el caso de la fertilización con Urea.

La fertilización del cultivo de caña es una de las prácticas que hasta hace poco no se había considerado importante dentro del manejo del cultivo. Puede elaborarse un calendario de aplicación, mezcla y dosis independientes y específicos para cada finca ó lote. La estructuración de un calendario de aplicación de fertilizantes debe ser estrictamente basado en un análisis de las condiciones individuales de cada finca y un análisis de suelos, para poder así dar las mejores recomendaciones de fertilizantes a aplicar en cada área individual o por grupos y regiones (Figura 45).

Las principales mezclas de fertilizantes que se utilizan en caña son nitrógeno, fósforo, potasio y azufre. Las mezclas y cantidades son específicas para cada finca dependiendo de los requerimientos y el manejo del cultivo.

Como recomendación de ensayo se debe aplicar el 50 % del fertilizante sobre la cepa en forma mecánica, el fertilizante debe ser aplicado con abono-cultivadora de discos y sin cinceles. La rastra debe cultivar de forma que entierre el fertilizante sin ser un aporque exagerado que deje surcos que puedan causar erosión. El otro 50 % se debe aplicar con abono-cultivadora de cinceles, incorporando el fertilizante en la mesa lo más cercano posible al surco de caña.

Fertilización por avión: Se realiza en los lotes y fincas que no se han fertilizado según los proyectos de productividad, formulado independientemente para cada finca y que tengan menos de 180 días después del corte o siembra. Los factores que se toman en consideración para la fertilización aérea con sulfato son: edad del cultivo, densidad de población, número de cortes, número de riegos, variedad y tipo de suelos. Las áreas que

son tomadas en cuenta en este análisis, deben estar libres de malezas en el momento de la aplicación (Figura 42).

El estaquillado es a cada 18 metros para aviones Trush y Turbo Trush, la capacidad para cada avión es de 20 a 24 quintales Trush y para Turbo Trush 24 a 40 quintales. La cantidad de quintales por vuelo basada en función del área, el largo de la pista y el número de vuelos del bloque, finca o área a aplicar. La altura de vuelo es de 3 a 4 metros sobre la caña, verificando el traslape del abono entre pasadas.

El horario para aplicación es de 6:00 am hasta 5:00 ó 6:00 pm. La aplicación se suspende si en 4 días no llueve. Dos días antes de la aplicación deben elaborarse los mapas con las áreas y listado de lotes o fincas que se aplicarán con el propósito de diseñar los recorridos de vuelo, formulaciones y carga por vuelo.

Fertilización para labranza reducida

En el sistema tradicional (CENGICANÑA) el herbicida para labranza reducida se debe aplicar de 30-35 días después del corte cuando la cepa alcance 40-45 cm de altura, debe ser dirigido al surco y puede realizarse con mochila de presión constante o con aguilón y tractor.

Bomba de Mochila: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha, o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Estos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla TK-1.05, ubicada a la altura del ápice, aproximadamente a 40 cm del suelo. Se debe asegurar la aplicación del producto sobre el material vegetal y no sobre la mesa. En aguas con alto contenido de sales (dureza mayor a 150 ppm) se debe tratar el agua y si llueve antes de la tercer hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse.

Aplicación con Aguilón: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha, o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla de presión constante, la selección dependerá de las condiciones del área, equipo y producto. En CENGICANÑA recomiendan la XR-11002, ubicadas a la altura del ápice aproximadamente a 40 cm del suelo, debe aplicarse todo el producto en el material vegetal y no en la mesa, asegurándose que la boquilla quede al centro del surco cuando el distanciamiento entre surcos es uniforme a 1.50 m, de lo contrario deberá aplicarse con bomba de mochila.

El tractor deberá tener una velocidad de desplazamiento de 6-7 km./h para una óptima aplicación. La presión de operación deberá ser entre 25-40 PSI. En aguas con alto contenido de sales (dureza mayor de 150 ppm) se deberá tratar el agua. Si llueve antes de la tercera hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse (Figura 38).

Incorporación de cepas y fertilizante: A los 50-55 días después de la siembra se incorporan las cepas del cultivo anterior, efectuando simultáneamente la fertilización complementaria de acuerdo a las especificaciones individuales de cada lote o finca (Figura 46).

Fertilización en la siembra: Cuando el surcado es realizado con surcadores sencillos y no se fertiliza al momento de la siembra, se debe aplicar el fertilizante asegurándose que quede en el fondo del surco, haciéndolo en forma manual y al voleo. Se puede realizar un surco a la vez con el uso del sistema del saco de polietileno al hombro o con mochila de gravedad se pueden fertilizar dos surcos.

Fertilización complementaria: En algunos casos se realiza una fertilización complementaria a los cañales con el fin de aumentar el rendimiento de los mismos. Esta aplicación se realiza entre los días 55 a 60 después de la siembra, en caso que se realice ésta aplicación se deben tomar en cuenta los análisis de suelo y el plan de fertilización elaborado antes de la siembra. Se utilizan tractores de llanta, potencia moderada de 100 a 120 HP y un sistema de tolvas y discos dentados, con una velocidad de aplicación de 8 a 10 km./h (Figura 45 y 48).

3.1.3.10 Despeje de rondas

Esta labor se realiza a finales de la época lluviosa, con la finalidad de limpiar las rondas que han crecido por las lluvias, hay tres formas comunes de realizarlo:

Químico: Con bombas de mochila o con mochilas de presión constante debe aplicarse un volumen de aproximadamente 280 l/ha de descarga. Utilizar un equipo de aplicación no mayor de 10 personas utilizando Round up y adherente para aumentar la eficiencia de la aplicación.

Manual: Manualmente deben mantenerse limpios los caminos y perímetros de los cañales para así mantener baja la proliferación de las malezas y para evitar los hospederos de plagas. Para esta labor es recomendable trabajar con machetes, limas o chapeadoras (machete de agricultor), tratando de dejar un buen trabajo en poco tiempo para cubrir áreas grandes y con bajos recursos humanos. El uso de azadón no es apropiado para grandes extensiones aunque el trabajo sea más limpio (Figura 40).

Mecánico: Para esta labor no se deben utilizar tractores de alto despeje o high crop, de potencia baja entre 60-100 HP, halando una chapeadora que más se acomode a las condiciones del terreno y de la finca.

3.1.3.11 Cosecha

La cosecha se lleva a cabo durante todo el período de zafra de los Ingenios, en caso de ser productor particular puede cosechar con maquinaria y personal del Ingenio al que se entrega la caña, para el caso de un ingenio ésta actividad corresponde al departamento de cosecha y transportes (Figuras 19, 21 y 22).

3.1.4 Suelos arenosos a franco-arenosos sin acceso a riego. Caña de Rebrote

3.1.4.1 Desbasurado y requema

En la cosecha de maletas se desbasura en forma mecánica con tractor y con un implemento desbasurador o peine y luego se requema inmediatamente. En la cosecha a granel se requema la basura que va quedando atrás, después de la cosecha y se acomoda en filas o chorras para facilitar su combustión, en este caso se recomienda acomodar manualmente cada tres surcos para reducir el área de suelo expuesto al calor y evaporación de agua.

3.1.4.2 Manejo integrado de plagas

Las plagas que representan una amenaza al cultivo y el manejo integrado de plagas se encuentra en el apéndice número 1.

3.1.4.3 Fertilización:

En áreas sin riego se debe fertilizar entre 45-60 días después del corte y en áreas sin riego con presencia de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*), el fertilizante se debe aplicar entre los 21 días después del desaporque hasta antes del cierre del cañal. Este mismo panorama se da en el caso de la fertilización con Urea.

La fertilización del cultivo de caña es una de las prácticas que hasta hace poco no se había considerado importante dentro del manejo del cultivo. Puede elaborarse calendario de aplicación, mezcla y dosis independiente y específico para cada finca o lote. La estructuración de un calendario de aplicación de fertilizantes debe ser estrictamente basado en un análisis de las condiciones individuales de cada finca y un análisis de suelos, para poder así dar las mejores recomendaciones de fertilizantes a aplicar en cada área individual o por grupos y regiones (Figura 45).

Las principales mezclas de fertilizantes que se utilizan en caña son nitrógeno, fósforo, potasio y azufre. Las mezclas y cantidades son específicas para cada finca dependiendo de los requerimientos y el manejo del cultivo.

Como recomendación de ensayo se debe aplicar el 50% del fertilizante sobre la cepa en forma mecánica, el fertilizante debe ser aplicado con abono-cultivadora de discos y sin cinceles. La rastra debe cultivar de forma que entierre el fertilizante sin ser un aporque exagerado que deje surcos que puedan causar erosión. El otro 50 % se debe aplicar con abono-cultivadora de cinceles, incorporando el fertilizante en la mesa lo más cercano posible al surco de caña.

Fertilización por avión: Se realiza en los lotes y fincas que no se han fertilizado según los proyectos de productividad, formulado independientemente para cada finca y que tengan menos de 180 días después del corte o siembra. Los factores que se toman en consideración para la fertilización aérea con sulfato son: edad del cultivo, densidad de población, número de cortes, número de riegos, variedad y tipo de suelos. Las áreas que son tomadas en cuenta en este análisis, deben estar libres de malezas en el momento de la aplicación (Figura 42).

El estaquillado es a cada 18 metros para aviones Trush y Turbo Trush, la capacidad para cada avión es de 20 a 24 quintales Trush y para Turbo Trush 24 a 40 quintales. La cantidad de quintales por vuelo está en función del área, el largo de la pista y el número de vuelos del bloque, finca o área a aplicar. La altura de vuelo es de 3 a 4 metros sobre la caña, verificando el traslape del abono entre pasadas.

El horario para aplicación es de 6:00 am hasta 5:00 ó 6:00 pm. La aplicación se suspende si en 4 días no llueve. Dos días antes de la aplicación deben elaborarse los mapas con las áreas y listado de lotes o fincas que se aplicarán con el propósito de diseñar los recorridos de vuelo, formulaciones y carga por vuelo.

Fertilización para labranza reducida

En el sistema tradicional (CENGICANÑA), el herbicida para labranza reducida se debe aplicar de 30-35 días después del corte cuando la cepa tenga 40-45 cm de altura, debe ser dirigido al surco y podrá realizarse con mochila de presión constante o con aguilón y tractor.

Bomba de Mochila: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha, o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla TK-105, ubicada a la altura del ápice, aproximadamente a 40 cm del suelo. Se debe asegurar la aplicación del producto sobre el material vegetal y no sobre la mesa. En aguas con alto contenido de sales (dureza mayor a 150 ppm) se debe tratar el agua y si llueve antes de la tercer hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse.

Aplicación con Aguilón: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha, o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla de presión constante, la selección dependerá de las condiciones del área, equipo y producto. En CENGICANÑA recomiendan la XR-11002, ubicadas a la altura del ápice aproximadamente a 40 cm del suelo, debe aplicarse todo el producto en el material vegetal y no en la mesa, asegurándose que la boquilla quede al centro del surco cuando el distanciamiento entre surcos es uniforme a 1.50 m, de lo contrario deberá aplicarse con bomba de mochila.

El tractor deberá tener una velocidad de desplazamiento de 6-7 km/h para una óptima aplicación. La presión de operación deberá ser entre 25-40 PSI. En aguas con alto contenido de sales (dureza mayor de 150 ppm) se deberá tratar el agua. Si llueve antes de la tercera hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse (Figura 38).

3.1.4.4 Despeje de rondas

Esta labor se realiza a finales de la época lluviosa, con la finalidad de limpiar las rondas que han crecido por las lluvias, hay tres formas comunes de realizarlo:

Químico: Con bombas de mochila o con mochilas de presión constante debe aplicarse un volumen de aproximadamente 280 l/ha de descarga. Utilizar un equipo de aplicación no

mayor de 10 personas utilizando Round up y adherente para aumentar la eficiencia de la aplicación.

Manual: Manualmente deben mantenerse limpios los caminos y perímetros de los cañales para así mantener baja la proliferación de las malezas y para evitar los hospederos de plagas. Para esta labor es recomendable trabajar con machetes, limas o chapeadoras (machete de agricultor), tratando de dejar un buen trabajo en poco tiempo para cubrir áreas grandes y con bajos recursos humanos. El uso de azadón no es apropiado para grandes extensiones aunque el trabajo sea más limpio (Figura 40).

Mecánico: Para esta labor no se deben utilizar tractores de alto despeje o high crop, de potencia baja entre 60-100 HP, halando una chapeadora que más se acomode a las condiciones del terreno y de la finca.

3.1.4.5 Limpia manual

Se realiza una limpia manual en el surco después de la fertilización para reducir el crecimiento acelerado de las malezas debido al fertilizante y reducir competencia al cultivo. Manualmente se realiza un arranque o limpia dependiendo de la predominancia de malezas, se hace al surco y toda la maleza se saca a las rondas donde luego serán quemadas, principalmente la caminadora es controlada de esta manera (Figuras 40 y 41).

Para la limpia mecánica se utiliza un tractor y una rastra de discos dentados de alto despeje a una velocidad de 8 a 10 km/h.

3.1.4.6 Herbicidas

Aplicación de herbicidas: Es importante recordar que según la variedad existe un período crítico de presencia de malezas para la caña, variando desde los 30 a 90 días después de siembra o de cosecha anterior (Subirós, 1995). La aplicación de herbicidas en áreas nuevas se hacen con el propósito de eliminar pastos, donde se van a establecer los semilleros básico y comercial, para el caso de labranza reducida se aplican para eliminar la cepa de la caña que sale al espacio entre surcos. Se recomienda mezclar herbicida con adherente para mejorar su efectividad.

La mejor aplicación de herbicida se logra con la utilización de bombas de mochila de presión constante con un volumen aproximado de unos 185-190 litros de agua por hectárea. El herbicida para labranza reducida debe aplicarse dirigido al surco donde está la cepa vieja del cultivo anterior, unos 30 días después del corte o cuando esta cepa llegue aproximadamente a unos 20-30 cm de alto (Figura 36 y 37).

Herbicida post-emergente: El herbicida post-emergente se debe aplicar a los 61-66 días después de la siembra, se puede aplicar con mochilas de presión constante, con tractor o con aeronave. La aplicación debe ser dirigida al surco con traslape en la mesa, ésta debe realizarse también un día después del riego. El herbicida post-emergente que se utiliza van a depender de las condiciones de cada lote o finca, de las diferentes malezas que se

encuentran en cada región y la severidad de los ataques por finca o lote (Figuras 42, 43 y 44).

3.1.4.7 Inhibidores de floración

Los inhibidores de floración deben aplicarse en las variedades tempranas y floreadoras, las cuales son cosechadas en el último período de la zafra. Las fincas que sean destinadas para aplicar inhibidores de floración deben tener una edad mayor de 4 meses ya que a esta edad las variedades floreadoras entran en un período de inducción floral. La temporada de aplicación de inhibidores de floración para éstas variedades varía según la época de siembra pero oscila comúnmente entre los meses de agosto a septiembre (Figura 42 y 43).

Para una buena aplicación deben presentarse las condiciones óptimas de humedad relativa (más de 75%), temperatura menor a 27 °C y viento de 3 a 5 km/h. La cobertura con avión debe ser de aproximadamente 20 metros y con helicóptero de 16 metros a una altura de vuelo de 3 metros. Para una aplicación más efectiva se recomienda usar adherente en la aplicación.

3.1.4.8 Madurantes

Los madurantes son herbicidas que a determinadas dosis trabajan como reguladores de crecimiento, optimizan los procesos fisiológicos de la planta y aumentan la concentración de sacarosa en los tallos (Figura 43).

Actúan directamente en los meristemos apicales de las plantas y catalizan las enzimas responsables de la acumulación de sacarosa inhibiendo parcialmente el crecimiento. Estos herbicidas usados para concentrar azúcares en el cultivo de la caña de azúcar son aplicados foliarmente entre 40-45 días antes de la cosecha (La Unión S.A, 2002).

3.1.4.9 Cosecha

La cosecha se lleva a cabo durante todo el período de zafra de los Ingenios, en caso de ser productor particular puede cosechar con maquinaria y personal del Ingenio al que se entrega la caña, para el caso de un ingenio ésta actividad corresponde al departamento de cosecha y transportes (Figuras 19, 21 y 22).

3.2 SUELOS FRANCOS

3.2.1 Suelos francos con acceso a riego. Caña Nueva

3.2.1.1 Adecuación del terreno

Estudio Topográfico: Realizar un levantamiento planimétrico y altimétrico del área con el fin de generar un plano de curvas a nivel que le permita realizar una mejor evaluación del área seleccionada así como el diseño de calles, divisiones, estructuras hidráulicas y

drenajes. Asimismo se logra obtener el área real de cultivo en todo el lote y el área de cada fracción seccionada. Este trabajo se puede realizar por medio de personas con conocimientos en topografía, utilizando los equipos apropiados para cada terreno y según el alcance económico (se recomienda el uso de teodolitos, estación total o GPS, ayudados con el uso de programas como softdesk, autodesk y autocad). Se recomienda que al realizarse por primera vez esta práctica se utilice un grupo de topografía certificado con el fin de obtener simultáneamente mapas autenticados de la delimitación de la finca para presentar ante autoridades gubernamentales.

Descombrado y ruma: Esta práctica es aplicada cuando los terrenos son nuevos. Consiste en la habilitación de un terreno para el cultivo de la caña, se recomienda la utilización de tractores de oruga llamados buldózer de las series D5, D4H, D6 o D8 y D10 aunque los últimos mencionados son considerados de excesiva potencia para esta labor. En caso de ser necesario se puede hacer uso de motosierras. El más recomendado es el uso de un buldózer D5 de aplicación especial con el implemento de peine-fleco con el fin de eliminar vegetación y piedras. Pueden usarse motosierras y bueyes para eliminar de igual manera la vegetación y eliminar las piedras que sean posibles (Figura 26).

Diseño y trazo de la finca: El diseño del área y división de los lotes se hace con relación a longitud y orientación de los surcos basándose en las curvas a nivel. Se toman en cuenta los factores de cosecha, riego, drenaje y lavado de suelo por exceso de lluvias. El diseño óptimo es orientar los surcos siguiendo las curvas a nivel. Se recomienda orientar los lotes y los surcos de manera que disminuyan de la mejor manera posible las pendientes del terreno ya que la degradación de los suelos aumenta y las labores de campo se dificultan al situar un lote con una pendiente excesiva. Se debe tomar en cuenta la facilidad de ingreso, monitoreo, identificación, acceso a maquinaria de cosecha, labores, transporte y en su efecto considerar el ingreso de mano de obra (Figura 54).

Desbasurado y requema: Se quema la basura de residuos vegetales que ha quedado en el campo y basura de cultivos anteriores, en caso de renovación del cañal pueden ser residuos de caña.

3.2.1.2 Preparación del terreno

Volteo o arado: Después de recibir la recomendación según la calicata, si se debe, el volteo o arado se realiza sólo en las áreas de producción que no son manejadas en el sistema de labranza reducida. Se realiza a los 20 días después de la aplicación de herbicida con un tractor de alta potencia y un sistema de rastra pesada o rompedora. Se debe graduar el ángulo de las secciones, el implemento o un cambio de implemento con la finalidad de que ocurra la mayor inversión de suelo y a una profundidad no menor de aproximadamente 11-13" (25-35 cm). La dirección del arado o volteo debe realizarse siguiendo el sentido de los surcos (Figuras 27 y 28).

Pulido o pase de rastra: Esta actividad se debe llevar a cabo como mínimo unos 15 días después del arado, se debe utilizar un sistema de rastras livianas especiales para esta actividad. La velocidad del tractor al momento de pulir el suelo debe ser de 8 a 10 km/h y se debe trabajar en dirección transversal al arado. El suelo debe quedar bien mullido para

así poder realizar con más facilidad las actividades que siguen en el manejo de la caña, asimismo, para poder realizar una buena cobertura de la semilla al momento de la siembra (Figuras 28 y 29).

Surcado: La labor de surcado se realiza inmediatamente después de realizar el pulido, para llevar a cabo esta actividad eficientemente el pulido debe dejar el suelo sin presencia de partículas grandes, lo cual dificulta el surcado. Se lleva a cabo con un tractor de alta potencia y un implemento que consta de unos vertedores o surcadores que abren los surcos, el número de vertedores está relacionado a la potencia del tractor. Se recomienda utilizar implementos con marcadores y con tolvas para aplicar fertilizante e insecticida, lo cual evita el uso de ayudantes para la dirección del piloto del tractor ya que es importante que el surcado quede recto, de igual manera se puede utilizar maquinaria menos tecnificada obteniendo resultados similares. El distanciamiento es de 1.50 metros, la dirección de los surcos debe ser realizada en función del diseño realizado previamente del terreno, el cual debe estar enfocado a la mejor conservación de los suelos, el ambiente y la eficiencia de manejo (Figuras 30 y 31).

Estaquillado: El estaquillado se realiza unos dos días antes de la siembra, la forma comúnmente usada es de 12 metros entre estacas y unos 10 surcos de separación entre líneas de estacas. Los 12 metros de distancia se deben poder cubrir con un sólo paquete de semillas que se recomienda tenga unos 30 esquejes y 50-60 cm de largo cada uno. La principal función del estaquillado es guiar a los sembradores, mantener un orden en la plantación, facilitar la distribución y el pago de los sembradores.

3.2.1.3 Semilleros

Semillero básico: Un semillero básico es el que se establece con el objetivo de proporcionar semilla para el semillero comercial, éste debe establecerse en lugares libres de caña voluntaria, en un suelo bien mullido, con riego y libre acceso. Además debe encontrarse cercano al lugar donde se establecerá el semillero comercial, debe estar sin riesgo a la aplicación de madurante. El suelo no debe estar muy húmedo al momento de la cosecha.

El tratamiento térmico se realiza en semilleros, para las regiones con similares condiciones climatológicas a las de la región centroamericana, estos semilleros son establecidos en diciembre y agosto. Es recomendable sumergir los esquejes en agua a 51 °C durante 10 minutos seguido de un reposo en agua a temperatura ambiente de 8 a 12 horas, luego se sumerge nuevamente en agua a 51 °C durante una hora. A los esquejes tratados térmicamente se les debe aplicar un fungicida para prevenir pérdidas y mantener el rendimiento deseado. El tamaño de los esquejes debe ser de 2 - 3 pulgadas de largo y se siembran 3 - 4 por metro lineal, tapando con unos 3 cm de suelo mullido.

Semillero comercial: El establecimiento de un semillero comercial, para las regiones con similares condiciones climatológicas a las de la región centroamericana, debe hacerse en los meses de abril y mayo para las renovaciones de la época seca y para las renovaciones de época lluviosa en los meses de agosto y septiembre. Después del corte de la semilla se deben realizar paquetes para facilitar el transporte, conteo y distribución en el campo, se

recomienda utilizar un número de semillas por paquete adecuado a las proporciones de la producción. Antes de iniciar el corte en los semilleros se recomienda realizar una práctica preventiva de desinfección de los machetes con yodo al 5% (Figura 32).

Corte de semilla: Uno a dos días antes de la siembra planificada para un lote o finca, se realiza el corte de las semillas en los semilleros que hayan alcanzado de 8 a 10 meses de edad y se realizan los paquetes de 30 esquejes, que tengan aproximadamente unos 50-60 cm, con los cuales se debe llenar los 12 metros del estaquillado. Los esquejes deben ser de buena calidad y deben estar en buenas condiciones morfológicas, con una cantidad de yemas florales de 3 a 5 por esqueje (Figuras 32 y 33).

Transporte de semilla: En caso que sea necesario la semilla debe transportarse un día antes de la siembra, se puede llevar en jaulas o en plataformas con el fin de poder transportar las semillas al lugar de siembra previamente esquilado para así facilitar la distribución y el sembrado más eficiente y veloz.

Colocación de la semilla: Se distribuye en las cabeceras de los lotes y en áreas ubicadas estratégicamente, con el fin de agilizar la distribución, se deben dejar los paquetes lo más cercano posible y con el cuidado de no dañar las yemas y los paquetes. Antes del día de siembra los paquetes deben quedar distribuidos de tal manera que los sembradores no tengan ningún problema con la recolección y distribución de la semilla (Figura 34).

3.2.1.4 Siembra

Distribución de la semilla: Se debe colocar un paquete de esquejes en cada 12 metros lineales, el área entre cada estaca, se debe de colocar en una forma que mejor se acomode a las condiciones de suelo y a la densidad que se desea obtener. Para los paquetes de 30 esquejes se recomienda que estos sean colocados en forma de cadena simple con un traslape de 15-20 % y así lograr alcanzar exactos los 12 metros sin que sobre ni falte semilla ($30 * 0.50 \text{ m} = 15 \text{ m}$ -20 % = 12 m).

Tapado de semilla: Se debe realizar un buen tapado de la semilla con el fin de obtener un alto número de yemas germinadas y alcanzar los rendimientos en población deseados en la planificación. Para obtener el mejor tapado de la semilla, el suelo debe estar bien mullido y libre de partículas grandes como terrones grandes de suelo o piedras los cuales crearán burbujas de aire y deficiencia de humedad a las yemas que no estén bien tapadas con suelo mullido. Por lo que la práctica de pulido del suelo es bastante importante y se debe tener un alto control de calidad al momento de realizar la preparación del suelo.

3.2.1.5 Manejo Integrado de Plagas

Las plagas que representan una amenaza al cultivo y el manejo integrado de plagas se encuentra en el apéndice número 1.

3.2.1.6 Herbicidas

Aplicación de herbicidas: Es importante recordar que según la variedad existe un período crítico de presencia de malezas para la caña, variando desde los 30 a 90 días después de siembra o de cosecha anterior (Subirós, 1995). La aplicación de herbicidas en áreas nuevas se hacen con el propósito de eliminar pastos, donde se van a establecer los semilleros básico y comercial, para labranza reducida se aplica herbicida para eliminar la cepa de la caña que sale al espacio entre surcos. Se recomienda mezclar herbicida con adherente para mejorar su efectividad.

La mejor aplicación de herbicida se logra con la utilización de bombas de mochila de presión constante con un volumen aproximado de unos 185-190 litros de agua por hectárea. El herbicida para labranza reducida debe aplicarse dirigido al surco donde está la cepa vieja del cultivo anterior, unos 30 días después del corte o cuando esta cepa llegue aproximadamente a unos 20-30 cm de alto (Figura 36).

Herbicida pre-emergente: El herbicida pre-emergente se debe aplicar a los 11-13 días después de la siembra, se puede aplicar con mochilas de presión constante, con tractor o con aeronave. La aplicación debe ser dirigida al surco con traslape en la mesa, ésta debe realizarse un día después del riego, en áreas sin riego deberá tenerse condiciones adecuadas de humedad. El herbicida pre-emergente que se utiliza depende de las condiciones de cada lote o finca, de las diferentes malezas que se encuentran en cada región y la severidad de los ataques por finca o lote (Figuras 36, 37, 38 y 39).

Herbicida post-emergente: El herbicida post-emergente se debe aplicar a los 61-66 días después de la siembra, se puede aplicar con mochilas de presión constante, con tractor o con aeronave. La aplicación debe ser dirigida al surco con traslape en la mesa, ésta debe realizarse también un día después del riego. El herbicida post-emergente que se utiliza depende de las condiciones de cada lote o finca, de las diferentes malezas que se encuentran en cada región y la severidad de los ataques por finca o lote (Figuras 42, 43 y 44).

3.2.1.7 Inhibidores de floración

Los inhibidores de floración deben aplicarse en las variedades tempranas y floreadoras, las cuales son cosechadas en el último período de la zafra. Las fincas que sean destinadas para aplicar inhibidores de floración deben tener una edad mayor de 4 meses ya que a esta edad las variedades floreadoras entran en un período de inducción floral. La temporada de aplicación de inhibidores de floración para éstas variedades varía según la época de siembra pero oscila comúnmente entre los meses de agosto a septiembre (Figura 42 y 43).

Para una buena aplicación deben presentarse las condiciones óptimas de humedad relativa (más de 75%), temperatura menor a 27 °C y viento de 3 a 5 km/h. La cobertura con avión debe ser de aproximadamente 20 metros y con helicóptero de 16 metros a una altura de vuelo de 3 metros. Para una aplicación más efectiva se recomienda usar adherente en la aplicación.

3.2.1.8 Madurantes

Los madurantes son herbicidas que a determinadas dosis trabajan como reguladores de crecimiento, optimizan los procesos fisiológicos de la planta y aumentan la concentración de sacarosa en los tallos (Figura 43).

Actúan directamente en los meristemos apicales de las plantas y catalizan las enzimas responsables de la acumulación de sacarosa inhibiendo parcialmente el crecimiento. Estos herbicidas usados para concentrar azúcares en el cultivo de la caña de azúcar son aplicados foliarmente entre 40-45 días antes de la cosecha (La Unión S.A, 2002).

3.2.1.9 Fertilización

La fertilización del cultivo de caña es una práctica que hasta hace poco no se había considerado importante dentro del manejo del cultivo, en áreas con riego y sin problemas de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*), se fertiliza inmediatamente después del primer riego o incorporado de 5 a 9 días después del corte. Puede elaborarse un calendario de aplicación, mezcla y dosis independiente y específico para cada finca o lote, en áreas de riego con presencia de chinche salivosa fertilizar de 20 a 30 días después del corte. La estructuración de un calendario de aplicación de fertilizantes debe ser estrictamente basado en un análisis de las condiciones individuales de cada finca y un análisis de suelos, para poder así dar las mejores recomendaciones de fertilizantes a aplicar en cada área individual o por grupos y regiones (Figura 45).

Las principales mezclas de fertilizantes que se utilizan en caña son nitrógeno, fósforo, potasio y azufre. Las mezclas y cantidades son específicas para cada finca dependiendo de los requerimientos y el manejo del cultivo.

Como recomendación de ensayo se debe aplicar el 50% del fertilizante sobre la cepa en forma mecánica, el fertilizante debe ser aplicado con abono-cultivadora de discos y sin cinceles. La rastra debe cultivar de forma que entierre el fertilizante sin ser un aporque exagerado que deje surcos que puedan causar erosión. El otro 50 % se debe aplicar con abono-cultivadora de cinceles, incorporando el fertilizante en la mesa lo más cercano posible al surco de caña.

Fertilización por avión: Se realiza en los lotes y fincas que no se han fertilizado según los proyectos de productividad, formulado independientemente para cada finca y que tengan menos de 180 días después del corte o siembra. Los factores que se toman en consideración para la fertilización aérea con sulfato son: edad del cultivo, densidad de población, número de cortes, número de riegos, variedad y tipo de suelos. Las áreas que son tomadas en cuenta en este análisis, deben estar libres de malezas en el momento de la aplicación (Figura 42).

El estaquillado es a cada 18 metros para aviones Trush y Turbo Trush, la capacidad para cada avión es de 20 a 24 quintales Trush y para Turbo Trush 24 a 40 quintales. La cantidad de quintales por vuelo está en función del área, el largo de la pista y el número de vuelos del bloque, finca o área a aplicar. La altura de vuelo es de 3 a 4 metros sobre la caña, verificando el traslape del abono entre pasadas.

El horario para aplicación es de 6:00 am hasta 5:00 ó 6:00 pm. La aplicación se suspende si en 4 días no llueve. Dos días antes de la aplicación deben elaborarse los mapas con las áreas y listado de lotes o fincas que se aplicarán con el propósito de diseñar los recorridos de vuelo, formulaciones y carga por vuelo.

Fertilización para labranza reducida

En el sistema tradicional (CENGICANÑA) el herbicida para labranza reducida se debe aplicar de 30-35 días después del corte cuando la cepa tenga 40-45 cm de altura, debe ser dirigido al surco y podrá realizarse con mochila de presión constante o con aguilón y tractor.

Bomba de Mochila: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha, o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla TK-105, ubicada a la altura del ápice, aproximadamente a 40 cm del suelo. Se debe asegurar la aplicación del producto sobre el material vegetal y no sobre la mesa. En aguas con alto contenido de sales (dureza mayor a 150 ppm) se debe tratar el agua y si llueve antes de la tercer hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse.

Aplicación con Aguilón: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha, o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla de presión constante, la selección dependerá de las condiciones del área, equipo y producto. En CENGICANÑA recomiendan la XR-11002, ubicadas a la altura del ápice aproximadamente a 40 cm del suelo, debe aplicarse todo el producto en el material vegetal y no en la mesa, asegurándose que la boquilla quede al centro del surco cuando el distanciamiento entre surcos es uniforme a 1.50 m, de lo contrario deberá aplicarse con bomba de mochila.

El tractor deberá tener una velocidad de desplazamiento de 6-7 km/h para una óptima aplicación. La presión de operación debe ser entre 25-40 PSI. El agua con alto contenido de sales (dureza mayor de 150 ppm) debe ser tratada. Si llueve antes de la tercera hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse.

Incorporación de cepas y fertilizante: A los 50-55 días después de la siembra se incorporan las cepas del cultivo anterior, efectuando simultáneamente la fertilización complementaria de acuerdo a las especificaciones individuales de cada lote o finca (Figura 46 y 48).

Fertilización en la siembra: Cuando el surcado es realizado con surcadores sencillos y no se fertiliza al momento de la siembra, se debe aplicar el fertilizante asegurándose que quede en el fondo del surco, haciéndolo en forma manual y al voleo. Se puede realizar un surco a la vez con el uso del sistema del saco de polietileno al hombro o con mochila de gravedad se pueden fertilizar dos surcos simultáneamente.

Fertilización complementaria: En algunos casos se realiza una fertilización complementaria a los cañales con el fin de aumentar el rendimiento de los mismos. Esta aplicación se realiza entre los días 55 a 60 después de la siembra, en caso que se realice

ésta aplicación se deben tomar en cuenta los análisis de suelo y el plan de fertilización elaborado antes de la siembra. Se utilizan tractores de llanta, potencia moderada de 100 a 120 HP y un sistema de tolvas y discos dentados, con una velocidad de aplicación de 8 a 10 km/h (Figura 45).

3.2.1.10 Riego

Primer riego de germinación: El riego de germinación deben realizarse uno a dos días después de la siembra. Para el riego por aspersión debe aplicarse un volumen total de aproximadamente 105 mm en un período no mayor de 3 horas para evitar una sobre saturación del suelo, que puede conllevar a la pudrición de las yemas, falta de oxígeno para las yemas y proliferación de plagas en el suelo (Figuras 51 y 52).

Cuando el riego es por gravedad debe regarse hasta el momento en que el agua llega al final del surco y no saturar por más tiempo cada uno de los surcos (Figura 52), además puede usarse riego por goteo (Figura 50).

Segundo riego: El segundo riego debe hacerse de la misma manera en que se realizó el primer riego, el principal factor a considerar es la cantidad de agua aplicada, pues es preferible un mayor número de riegos que mayor volumen de agua por riego, debido a los problemas que puede ocasionar una saturación prolongada de agua en el suelo. El segundo riego se debe realizar entre los 10 y 12 días después de la siembra (Figura 51 y 53).

Tercer riego: El tercer riego se debe aplicar entre los 27 y 30 días, la frecuencia de riego después del tercer riego está dada por el tipo de suelo (Cuadro 6). Cuando este riego es realizado por aspersión se debe aplicar una lámina de 65 a 75 mm, siempre en un período no mayor a 3 horas para evitar los problemas que ello conlleva y los retrasos de otros terrenos de producción. En riego por gravedad la aplicación de la lámina de agua es desuniforme debido a que el agua ingresa al terreno por un sólo lado, el cual recibirá más agua por lo que se debe regar cada surco hasta que el agua haya alcanzado el otro extremo del surco y con esto lograr aplicar suficiente volumen de agua a todas las cañas del mismo surco (Figura 49).

Cuarto riego: El cuarto riego se realiza de la misma manera que el tercer riego entre los 45 y 48 días después de la siembra, este período dependerá del tipo de suelo en que esté ubicada la caña.

Quinto riego: Se realiza de la misma manera en que se llevo a cabo el tercer riego. Se debe realizar entre los 65 y 68 días después de la siembra.

Sexto riego: El sexto riego se realiza en la misma forma que se realizó el tercer riego. El sexto riego se aplica a los 85-90 días después de la siembra, por ser un suelo franco con caña nueva la frecuencia a sido de 18 a 22 días entre riegos la cual se deberá seguir aplicando según sea necesario durante el desarrollo del cultivo y que se mantenga dentro de un rango de rentabilidad. Se recomienda que preferiblemente el número de riegos sea 8 por cultivo, se considera efectivo aun entre 9 y 11 riegos por año pero este número dependerá de las condiciones ambientales y de rendimiento de los cañales.

3.2.1.11 Despeje de rondas

Esta labor se realiza a finales de la época lluviosa con la finalidad de limpiar las rondas que se han enmalezado el invierno han crecido. Se utiliza un tractor de baja potencia 60-100 hp y se usa el implemento despejador de rondas.

Químico: Con bombas de mochila o con mochilas de presión constante debe aplicarse un volumen de aproximadamente 280 l/ha de descarga. Utilizar un equipo de aplicación no mayor de 10 personas utilizando Round up y adherente para aumentar la eficiencia de la aplicación.

Manual: Manualmente deben mantenerse limpios los caminos y perímetros de los cañales para así mantener baja la proliferación de las malezas y para evitar los hospederos de plagas. Para esta labor es recomendable trabajar con machetes, limas o chapeadoras (machete de agricultor), tratando de dejar un buen trabajo en poco tiempo para cubrir áreas grandes y con bajos recursos humanos. El uso de azadón no es apropiado para grandes extensiones aunque el trabajo sea más limpio (Figura 40).

Mecánico: Para esta labor no se deben utilizar tractores de alto despeje o high crop, se usan los de potencia baja entre 60-100 HP, halando una chapeadora que más se acomode a las condiciones del terreno y de la finca.

3.2.1.12 Drenaje

Para suelos francos es importante mantener un buen control del agua superficial debido a que ésta no escurre con la facilidad que escurre en suelos de mayor porosidad. Se debe elaborar un buen manejo de drenajes para prevenir enfermedades y pudriciones en los cañales.

Drenaje por parcelas: Debe hacerse con recomendación de instrumentos topográficos, esta práctica tiene como finalidad la evacuación del agua superficial de los lotes hacia la red de drenaje de la finca, se realiza conformando un surco a una profundidad aproximada de 30 ó 35 cm utilizando generalmente un tractor de oruga serie D4-H y un zanjeador de tres puntos de enganche. De igual manera se puede realizar manualmente la práctica o con bueyes en caso de no tener acceso a maquinaria o al terreno con el equipo mecánico. Debe realizarse en las zonas de relieve bajo para eliminar el agua que se encuentra a nivel del surco, para esta práctica el personal de finca con experiencia en esta labor y con experiencia específica en cada finca, puede ayudar bastante en caso que no se tenga instrumentos topográficos.

Red de drenaje: Este trabajo requiere un adecuado diseño por parte de los técnicos de la finca, debe realizarse en áreas con problemas de drenaje elaborando curvas a nivel, éstas nos orientarán hacia dónde debemos realizar la construcción del drenaje. La red de drenaje se debe diseñar con la finalidad de lograr drenar el agua sub-superficial y superficial recolectada en la red de drenaje de las parcelas. Para su construcción se utilizan excavadoras y tractores de oruga con buldózer.

3.2.1.13 Cosecha

La cosecha se lleva a cabo durante todo el período de zafra de los Ingenios, en caso de ser productor particular puede cosechar con maquinaria y personal del Ingenio al que se entrega la caña, para el caso de un ingenio ésta actividad corresponde al departamento de cosecha y transportes (Figuras 19, 21 y 22).

3.2.2 Suelos francos con acceso a riego. Caña de Rebrote

3.2.2.1 Adecuación del terreno

Desbasurado y requema: En la cosecha de maletas se desbasura en forma mecánica con tractor y con un implemento desbasurador o peine y luego se requema inmediatamente. En la cosecha a granel se requema la basura que va quedando atrás después de la cosecha y se acomoda en filas o chorras para facilitar su combustión.

3.2.2.2 Manejo integrado de plagas

Para las áreas que se encuentran afectadas por severos ataques de las principales plagas del cultivo de la caña de azúcar ver el manejo integrado en apéndice número 1.

3.2.2.3 Fertilización

La fertilización del cultivo se debe realizarse aproximadamente a los 5-10 días después de la cosecha, se realiza con tractor y una abono-cultivadora de discos dentados y no lisos debido a que es necesario que el abono aplicado quede en el suelo y no sobre la basura dejada por la cosecha anterior. La velocidad de operación es de 8 a 10 km/h.

La fertilización del cultivo de caña es una de las prácticas que hasta hace poco no se había considerado importante dentro del manejo del cultivo, en áreas con riego y sin problemas de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*), se fertiliza inmediatamente después del primer riego o incorporado de 5 a 9 días después del corte. Puede elaborarse un calendario de aplicación, mezcla y dosis independiente y específico para cada finca o lote, en áreas de riego con presencia de chinche salivosa fertilizar de 20 a 30 días después del corte. La estructuración de un calendario de aplicación de fertilizantes debe ser estrictamente basado en un análisis de las condiciones individuales de cada finca y un análisis de suelos,

para poder así dar las mejores recomendaciones de fertilizantes a aplicar en cada área individual o por grupos y regiones (Figura 45).

Las principales mezclas de fertilizantes que se utilizan en caña son nitrógeno, fósforo, potasio y azufre. Las mezclas y cantidades son específicas para cada finca dependiendo de los requerimientos y el manejo del cultivo.

Como recomendación de ensayo se debe aplicar el 50% del fertilizante sobre la cepa en forma mecánica, el fertilizante debe ser aplicado con abono-cultivadora de discos y sin cinceles. La rastra debe cultivar de forma que entierre el fertilizante sin ser un aporque exagerado que deje surcos que puedan causar erosión. El otro 50% se debe aplicar con abono-cultivadora de cinceles, incorporando el fertilizante en la mesa lo más cercano posible al surco de caña.

Fertilización por avión: Se realiza en los lotes y fincas que no se han fertilizado según los proyectos de productividad, formulado independientemente para cada finca y que tengan menos de 180 días después del corte o siembra. Los factores que se toman en consideración para la fertilización aérea con sulfato son: edad del cultivo, densidad de población, número de cortes, número de riegos, variedad y tipo de suelos. Las áreas que son tomadas en cuenta en este análisis, deben estar libres de malezas en el momento de la aplicación (Figura 42).

El estaquillado es a cada 18 metros para aviones Trush y Turbo Trush, la capacidad para cada avión es de 20 a 24 quintales Trush y para Turbo Trush 24 a 40 quintales. La cantidad de quintales por vuelo está en función del área, el largo de la pista y el número de vuelos del bloque, finca o área a aplicar. La altura de vuelo es de 3 a 4 metros sobre la caña, verificando el traslape del abono entre pasadas.

El horario para aplicación es de 6:00 am hasta 5:00 ó 6:00 pm. La aplicación se suspende si en 4 días no llueve. Dos días antes de la aplicación deben elaborarse los mapas con las áreas y listado de lotes o fincas que se aplicarán con el propósito de diseñar los recorridos de vuelo, formulaciones y carga por vuelo.

Fertilización para labranza reducida

En el sistema tradicional (CENGICAÑA), el herbicida para labranza reducida se debe aplicar de 30-35 días después del corte cuando la cepa tenga 40-45 cm de altura, debe ser dirigido al surco y puede realizarse con mochila de presión constante o con aguilón y tractor.

Bomba de Mochila: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha, o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla TK-105, ubicada a la altura del ápice, aproximadamente a 40 cm del suelo. Se debe asegurar la aplicación del producto sobre el material vegetal y no sobre la mesa. En aguas con alto contenido de sales (dureza mayor a 150 ppm) se debe tratar el agua y si llueve antes de la tercer hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse.

Aplicación con Aguilón: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha, o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla de presión constante, la selección dependerá de las condiciones del área, equipo y producto. En CENGICANÁ recomiendan la XR-11002, ubicadas a la altura del ápice aproximadamente a 40 cm del suelo, debe aplicarse todo el producto en el material vegetal y no en la mesa, asegurándose que la boquilla quede al centro del surco cuando el distanciamiento entre surcos es uniforme a 1.50 m, de lo contrario deberá aplicarse con bomba de mochila.

El tractor debe tener una velocidad de desplazamiento de 6-7 km/h para una óptima aplicación. La presión de operación deberá ser entre 25-40 PSI. El agua con alto contenido de sales (dureza mayor de 150 ppm) debe tratarse. Si llueve antes de la tercera hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse.

3.2.2.4 Riego

Primer riego de germinación: El riego de germinación debe realizarse de uno a dos días después de la siembra. Para el riego por aspersión debe aplicarse un volumen total de aproximadamente 105 mm en un período no mayor de 3 horas para no ocasionar una sobre saturación del suelo, que puede conllevar a la pudrición de las yemas, falta de oxígeno a las yemas y proliferación de plagas en el suelo (Figuras 51 y 52).

Cuando el riego es por gravedad debe regarse hasta el momento en que el agua llega al final del surco y no saturar por más tiempo cada uno de los surcos (Figura 52), además puede usarse riego por goteo (Figura 50).

Segundo riego: El segundo riego debe realizarse de la misma manera en que se realizó el primer riego. El principal factor a considerar es la cantidad de agua aplicada, es preferible un mayor número de riegos que mayor volumen de agua por riego, debido a todos los problemas que puede ocasionar una saturación prolongada de agua en el suelo.

El segundo riego se debe realizar entre los 31 y 51 días después de la cosecha. Para riegos por aspersión la frecuencia debe ser de 18 a 25 días entre riegos, para riego por gravedad la frecuencia debe planificarse de 23 a 25 días entre riego. Se recomienda que, preferiblemente el número de riegos sea 8 por cultivo, se considera efectivo aun entre 9 y 11 riegos, pero la cantidad dependerá de las condiciones ambientales y los rendimientos de los cañales (Figura 53).

Tercer riego: La frecuencia de los riegos que se apliquen al cultivo sigue las recomendaciones del cuadro 6, basándose en el día en que fue aplicado el segundo riego.

3.2.2.5 Despeje de rondas

Esta labor se realiza a finales de la época lluviosa con la finalidad de limpiar las rondas que se han enmalezado el invierno. Se utiliza un tractor de baja potencia 60-100 hp y se usa el implemento despejador de rondas.

Químico: Con bombas de mochila o con mochilas de presión constante, debe aplicarse un volumen de aproximadamente 280 l/ha de descarga. Utilizar un equipo de aplicación no mayor de 10 personas utilizando Round up y adherente para aumentar la eficiencia de la aplicación.

Manual: Manualmente deben mantenerse limpios los caminos y perímetros de los cañales para así mantener baja la proliferación de las malezas y para evitar los hospederos de plagas. Para esta labor es recomendable trabajar con machetes, limas o chapeadoras (machete de agricultor), tratando de dejar un buen trabajo en poco tiempo para cubrir áreas grandes y con bajos recursos humanos. El uso de azadón no es apropiado para grandes extensiones aunque el trabajo sea más limpio (Figura 40).

Mecánico: Para esta labor no se deben utilizar tractores de alto despeje o high crop, se usan los de potencia baja entre 60-100 HP, halando una chapeadora que más se acomode a las condiciones del terreno y de la finca.

3.2.2.6 Herbicidas

Se debe aplicar herbicida en áreas nuevas con el propósito de eliminar pastos, donde se establecen los semilleros básico y comercial, en labranza reducida para eliminar las cepas de las cañas. Es recomendable mezclar un adherente con el herbicida, para mejorar su efectividad. La mejor aplicación de herbicida se logra con la utilización de bombas de mochila de presión constante con un volumen aproximado de unos 185-190 litros de agua por hectárea. El herbicida para labranza reducida debe aplicarse dirigido al surco donde está la cepa vieja del cultivo anterior, unos 30 días después del corte o cuando esta cepa llegue aproximadamente a unos 20-30 cm de alto.

Herbicida post-emergente: El herbicida post-emergente se debe aplicar a los 61-66 días después de la siembra, se puede aplicar con mochilas de presión constante, con tractor o con aeronave. La aplicación debe ser dirigida al surco con traslape en la mesa, ésta debe realizarse también un día después del riego. El herbicida post-emergente que se utilizan depende de las condiciones de cada lote o finca, de las diferentes malezas que se encuentran en cada región y la severidad de los ataques por finca o lote (Figuras 42 y 43).

3.2.2.7 Inhibidores de floración

Los inhibidores de floración deben aplicarse en las variedades tempranas y floreadoras, las cuales son cosechadas en el último período de la zafra. Las plantaciones que sean destinadas para aplicar inhibidores de floración deben tener una edad mayor de 4 meses, ya que a esta edad las variedades floreadoras entran en un período de inducción floral. La temporada de aplicación de inhibidores de floración para éstas variedades, varía según la época de siembra, pero oscila comúnmente entre los meses de agosto a septiembre (Figura 42 y 43).

Para una buena aplicación deben presentarse las condiciones óptimas de humedad relativa (más de 75%), temperatura menor a 27 °C y viento de 3 a 5 km/h. La cobertura con avión debe ser de aproximadamente 20 metros y con helicóptero de 16 metros a una altura de

vuelo de 3 metros. Para una aplicación más efectiva se recomienda usar adherente en la aplicación.

3.2.2.8 Madurantes

Los madurantes son herbicidas que a determinadas dosis trabajan como reguladores de crecimiento, optimizan los procesos fisiológicos de la planta y aumentan la concentración de sacarosa en los tallos (Figura 43).

Actúan directamente en los meristemos apicales de las plantas y catalizan las enzimas responsables de la acumulación de sacarosa inhibiendo parcialmente el crecimiento. Estos herbicidas usados para concentrar azúcares en el cultivo de la caña de azúcar son aplicados foliarmente entre 40-45 días antes de la cosecha (La Unión S.A, 2002).

3.2.2.9 Drenaje

Para suelos francos es importante mantener un buen control del agua superficial debido a que ésta no escurre con la facilidad que escurre en suelos de mayor porosidad. Se debe elaborar un buen manejo de drenajes para prevenir enfermedades y pudriciones en los cañales.

Drenaje por parcelas: Debe hacerse con recomendación de instrumentos topográficos, esta práctica tiene como finalidad la evacuación del agua superficial de los lotes hacia la red de drenaje de la finca, se realiza conformando un surco a una profundidad aproximada de 30 ó 35 cm utilizando generalmente un tractor de oruga serie D4-H y un zanjeador de tres puntos de enganche. De igual manera se puede realizar manualmente la práctica o con bueyes en caso de no tener acceso a maquinaria o al terreno con el equipo mecánico. Debe realizarse en las zonas de relieve bajo, para eliminar el agua que se encuentra a nivel del surco, para esta práctica el personal de finca con experiencia en esta labor y con experiencia específica en cada finca, puede ayudar en caso que no se tenga instrumentos topográficos.

Red de drenaje: Este trabajo requiere un adecuado diseño por parte de los técnicos de la finca, debe realizarse en áreas con problemas de drenaje elaborando curvas a nivel, éstas nos orientarán hacia dónde se debe realizar la construcción del drenaje. La red de drenaje se debe diseñar con la finalidad de lograr drenar el agua sub-superficial y superficial recolectada en la red de drenaje de las parcelas. Para su construcción se utilizan excavadoras y tractores de oruga con buldózer.

3.2.2.10 Cosecha

La cosecha se lleva a cabo durante todo el período de zafra de los Ingenios, en caso de ser productor particular puede cosechar con maquinaria y personal del Ingenio al que se entrega la caña, para el caso de un ingenio ésta actividad corresponde al departamento de cosecha y transportes (Figuras 19, 21 y 22).

3.2.3 Suelos francos sin acceso a riego. Caña Nueva

3.2.3.1 Adecuación del terreno

Estudio Topográfico: Realizar un levantamiento planimétrico y altimétrico del área con el fin de generar un plano de curvas a nivel que le permita realizar una mejor evaluación del área seleccionada así como el diseño de calles, divisiones, estructuras hidráulicas y drenajes. Asimismo, se logra obtener el área real de cultivo en todo el lote y el área de cada fracción seccionada. Este trabajo se puede realizar por medio de personas con conocimientos en topografía, utilizando los equipos apropiados para cada terreno y según el alcance económico (se recomienda el uso de teodolitos, estación total o GPS, con el uso de programas como softdesk, autodesk y autocad). Se recomienda que al realizar por primera vez esta práctica se utilice un grupo de topografía certificado con el fin de obtener simultáneamente mapas autenticados de la delimitación de la finca para presentar ante autoridades gubernamentales.

Descombrado y ruma: Esta práctica es aplicada cuando los terrenos son nuevos. Consiste en la habilitación de un terreno para el cultivo de la caña, se recomienda la utilización de tractores de oruga llamados buldózer de las series D5, D4H, D6 o D8 y D10 aunque los últimos mencionados son considerados de excesiva potencia para esta labor. El más recomendado es el uso de un buldózer D5 de aplicación especial con el implemento de peine-fleco para eliminar vegetación y piedras. En caso de ser necesario se puede hacer uso de motosierras y bueyes para eliminar de igual manera la vegetación y eliminar las piedras que sean posibles (Figura 26).

Diseño y trazo de la finca: El diseño del área y división de los lotes se hacen con relación a longitud y orientación de los surcos basándose en las curvas a nivel. Se toman en cuenta los factores de cosecha, riego, drenaje y lavado de suelo por exceso de lluvias. El diseño óptimo es orientar los surcos siguiendo las curvas a nivel. Se recomienda orientar los lotes y los surcos de manera que disminuyan de la mejor manera posible las pendientes del terreno ya que la degradación de los suelos aumenta y las labores de campo se dificultan al situar un lote con una pendiente excesiva. Se debe tomar en cuenta la facilidad de ingreso, monitoreo, identificación, acceso a maquinaria de cosecha, labores, transporte y en su efecto considerar el ingreso de mano de obra (Figura 54).

Desbasurado y requema: Se quema la basura de residuos vegetales que ha quedado en el campo y basura de cultivos anteriores, en caso de renovación del cañal pueden ser residuos de caña.

3.2.3.2 Preparación del terreno

Volteo o arado: Después de recibir la recomendación según la calicata, si se debe, el volteo o arado se realiza sólo en las áreas de producción que no son manejadas en el sistema de labranza reducida. Se realiza a los 20 días después de la aplicación de herbicida con un tractor de alta potencia y un sistema de rastra pesada o rompedora. Se debe graduar el ángulo de las secciones, el implemento o un cambio de implemento con la

finalidad de que ocurra la mayor inversión de suelo y a una profundidad no menor de aproximadamente 11-13" (25-35 cm). La dirección del arado o volteo debe realizarse siguiendo el sentido de los surcos (Figuras 27 y 28).

Primer pulido o rastra liviana: Esta actividad se debe llevar a cabo como mínimo unos 15 días después del arado o volteo y 2 días antes del surcado, se debe utilizar un sistema de rastras livianas especiales para realizar esta actividad. La velocidad del tractor al momento de pulir el suelo debe ser de 8-10 km/h y se debe trabajar en dirección transversal al volteo. El suelo debe quedar bien mullido para así poder realizar con más facilidad las actividades que siguen en el manejo de la caña, asimismo para poder realizar una buena cobertura de la semilla al momento de la siembra y el tapado (Figura 28).

Segundo pulido o rastra liviana: Se aplica para áreas que fueron cortadas en el inicio de la época seca, que para Centro América son los meses de diciembre a febrero, se realiza 2 días antes del surcado en áreas que presentan problemas de: poblaciones elevadas de malezas, material vegetativo que pueda causar proliferación de malezas, grandes porciones de material vegetativo que pueda complicar las labores del manejo de la caña, terrones grandes por suelo húmedo. Se aplican las mismas condiciones y equipo que se emplearon en el primer pulido, el segundo pulido se realiza en dirección transversal al primer pulido (Figura 29).

Surcado: La labor de surcado se realiza inmediatamente después de realizar el pulido, para llevar a cabo esta actividad eficientemente el pulido debe dejar el suelo sin presencia de partículas grandes, lo cual dificulta el surcado. Se lleva a cabo con un tractor de alta potencia y un implemento que consta de unos vertedores o surcadores que abren los surcos, el número de vertedores está relacionado a la potencia del tractor. Se recomienda utilizar implementos con marcadores y con tolvas para aplicar fertilizante e insecticida, lo cual evita el uso de ayudantes para la dirección del piloto del tractor ya que es importante que el surcado quede recto, de igual manera se puede utilizar maquinaria menos tecnificada obteniendo resultados similares. El distanciamiento es de 1.50 metros, la dirección de los surcos debe ser realizada en función del diseño realizado previamente del terreno, el cual debe estar enfocado a la mejor conservación de los suelos, el ambiente y la eficiencia de manejo (Figuras 30 y 31).

Estaquillado: El estaquillado se realiza unos dos días antes de la siembra, la forma comúnmente usada es de 12 metros entre estacas y unos 10 surcos de separación entre líneas de estacas. Los 12 metros de distancia se deben poder cubrir con un sólo paquete de semillas que se recomienda tenga unos 30 esquejes y 50-60 cm de largo cada uno. La principal función del estaquillado es guiar a los sembradores, mantener un orden en la plantación, facilitar la distribución y el pago de los sembradores.

3.2.3.3 Semilleros

Semillero básico: Un semillero básico es el que se establece con el objetivo de proporcionar semilla para el semillero comercial, éste debe establecerse en lugares libres de caña voluntaria, en un suelo bien mullido, con riego y libre acceso. Además debe encontrarse cercano al lugar donde se establecerá el semillero comercial, debe estar sin

riesgo a la aplicación de los madurantes. El suelo no debe estar muy húmedo al momento de la cosecha.

El tratamiento térmico se realiza en semilleros, para las regiones con similares condiciones climatológicas a las de la región centroamericana, estos semilleros son establecidos en diciembre y agosto. Es recomendable sumergir los esquejes en agua a 51 °C durante 10 minutos seguido de un reposo en agua a temperatura ambiente de 8 a 12 horas, luego se sumerge nuevamente en agua a 51°C durante una hora. A los esquejes tratados térmicamente se les debe aplicar un fungicida para prevenir pérdidas y mantener el rendimiento deseado. El tamaño de los esquejes debe ser de 2-3 pulgadas de largo y se siembran 3-4 por metro lineal, tapando con unos 3 cm de suelo mullido.

Semillero comercial: El establecimiento de un semillero comercial, para las regiones con similares condiciones climatológicas a las de la región centroamericana, debe hacerse en los meses de abril y mayo para las renovaciones de la época seca y para las renovaciones de época lluviosa en los meses de agosto y septiembre. Después del corte de la semilla se deben realizar paquetes para facilitar el transporte, conteo y distribución en el campo, se recomienda utilizar un número de semillas por paquete adecuado a las proporciones de la producción. Antes de iniciar el corte en los semilleros se recomienda realizar una práctica preventiva de desinfección de los machetes con yodo al 5 % (Figura 32).

Corte de semilla: Uno a dos días antes de la siembra planificada para un lote o finca, se realiza el corte de las semillas en los semilleros que hayan alcanzado de 8 a 10 meses de edad y se realizan los paquetes de 30 esquejes, que tengan aproximadamente unos 50-60 cm, con los cuales se debe llenar los 12 metros del estaquillado. Los esquejes deben ser de buena calidad y deben estar en buenas condiciones morfológicas con una cantidad de yemas florales de 3 a 5 por esqueje (Figuras 32 y 33).

Transporte de semilla: En caso que sea necesario la semilla debe transportarse un día antes de la siembra, se puede llevar en jaulas o en plataformas con el fin de poder transportar las semillas al lugar de siembra previamente esquilado para así facilitar la distribución y el sembrado más eficiente y veloz.

Colocación de la semilla: Se distribuye en las cabeceras de los lotes y en áreas ubicadas estratégicamente, con el fin de agilizar la distribución, se debe tratar de dejar los paquetes lo más cercano posible y con el cuidado de no dañar las yemas y los paquetes. Antes del día de siembra los paquetes deben quedar distribuidos de tal manera que los sembradores no tengan ningún problema con la recolección y distribución de la semilla (Figura 34).

3.2.3.4 Siembra

Para fincas o lotes sin acceso a riego se puede realizar la práctica de siembra en húmedo, en la cual se recomienda realizar las labores de sembrado en horas que la radiación solar sea menor y la humedad relativa más alta. Esto con la finalidad de proveer condiciones más adecuadas para la germinación de las yemas florales en los esquejes, aprovechando la humedad del suelo por la mañana y la humedad del sereno, además si se realiza en la noche se evita evaporación del agua, en ambos casos el tapado de la semilla es inmediato.

Distribución de la semilla: Se debe colocar un paquete de esquejes en cada 12 metros lineales, el área entre cada estaca, se debe de colocar en una forma que mejor se acomode a las condiciones de suelo y a la densidad que se desea obtener. Para los paquetes de 30 esquejes se recomienda que estos sean colocados en forma de cadena simple con un traslape de 15-20 % y así lograr alcanzar exactos los 12 metros sin que sobre ni falte semilla ($30 * 0.50 \text{ m} = 15 \text{ m} - 20 \% = 12 \text{ m}$).

Tapado de semilla: Se debe realizar un buen tapado de la semilla, con el fin de obtener un alto número de yemas germinadas y alcanzar los rendimientos en población deseados en la planificación. Para obtener el mejor tapado de la semilla, el suelo debe estar bien mullido y libre de partículas grandes como terrones grandes de suelo o piedras los cuales crearán burbujas de aire y deficiencia de humedad a las yemas, que no estén bien tapadas con suelo mullido. Por lo que la práctica de pulido del suelo es bastante importante y se debe tener un alto control de calidad al momento de realizar la preparación del suelo.

3.2.3.5 Manejo Integrado de Plagas

Las plagas que representan una amenaza al cultivo y el manejo integrado de plagas se encuentra en el apéndice número 1.

3.2.3.6 Herbicidas

Aplicación de herbicidas: Es importante recordar que según la variedad existe un período crítico de presencia de malezas para la caña, variando desde los 30 a 90 días después de siembra o de cosecha anterior (Subirós, 1995). La aplicación de herbicidas en áreas nuevas se hacen con el propósito de eliminar pastos, donde se van a establecer los semilleros básico y comercial, para el caso de labranza reducida se aplican para eliminar la cepa de la caña que sale al espacio entre surcos. Se recomienda mezclar herbicida con adherente para mejorar su efectividad.

La mejor aplicación de herbicida se logra con la utilización de bombas de mochila de presión constante con un volumen aproximado de unos 185-190 litros de agua por hectárea. El herbicida para labranza reducida debe aplicarse dirigido al surco donde está la cepa vieja del cultivo anterior, unos 30 días después del corte o cuando esta cepa llegue aproximadamente a unos 20-30 cm de alto (Figura 36).

Herbicida pre-emergente: El herbicida pre-emergente se debe aplicar a los 11-13 días después de la siembra, se puede aplicar con mochilas de presión constante, con tractor o con aeronave. La aplicación debe ser dirigida al surco con traslape en la mesa, ésta debe realizarse un día después del riego, en áreas sin riego deberá tenerse condiciones adecuadas de humedad. El herbicida pre-emergente que se utiliza depende de las condiciones de cada lote o finca, de las diferentes malezas que se encuentran en cada región y la severidad de los ataques por finca o lote (Figuras 36, 37, 38 y 39).

Herbicida post-emergente: El herbicida post-emergente se debe aplicar a los 61-66 días después de la siembra, se puede aplicar con mochilas de presión constante, con tractor o

con aeronave. La aplicación debe ser dirigida al surco con traslape en la mesa, ésta debe realizarse también un día después del riego. El herbicida post-emergente que se utiliza depende de las condiciones de cada lote o finca, de las diferentes malezas que se encuentran en cada región y la severidad de los ataques por finca o lote (Figuras 42, 43 y 44).

3.2.3.7 Inhibidores de floración

Los inhibidores de floración deben aplicarse en las variedades tempranas y floreadoras, las cuales son cosechadas en el último período de la zafra. Las fincas que sean destinadas para aplicar inhibidores de floración deben tener una edad mayor de 4 meses ya que a esta edad las variedades floreadoras entran en un período de inducción floral. La temporada de aplicación de inhibidores de floración para éstas variedades varía según la época de siembra pero oscila comúnmente entre los meses de agosto a septiembre (Figura 42 y 43).

Para una buena aplicación deben presentarse las condiciones óptimas de humedad relativa (más de 75%), temperatura menor a 27 °C y viento de 3 a 5 km/h. La cobertura con avión debe ser de aproximadamente 20 metros y con helicóptero de 16 metros a una altura de vuelo de 3 metros. Para una aplicación más efectiva se recomienda usar adherente en la aplicación.

3.2.3.8 Madurantes

Los madurantes son herbicidas que a determinadas dosis trabajan como reguladores de crecimiento, optimizan los procesos fisiológicos de la planta y aumentan la concentración de sacarosa en los tallos (Figura 43).

Actúan directamente en los meristemos apicales de las plantas y catalizan las enzimas responsables de la acumulación de sacarosa inhibiendo parcialmente el crecimiento. Estos herbicidas usados para concentrar azúcares en el cultivo de la caña de azúcar son aplicados foliarmente entre 40-45 días antes de la cosecha (La Unión S.A, 2002).

3.2.3.9 Fertilización

La fertilización del cultivo de caña es una de las prácticas que hasta hace poco no se había considerado importante dentro del manejo del cultivo. Puede elaborarse un calendario de aplicación, mezcla y dosis independiente, específicos para cada finca o lote. La estructuración de un calendario de aplicación de fertilizantes debe ser estrictamente basado en un análisis de las condiciones individuales de cada finca y un análisis de suelos, para poder así dar las mejores recomendaciones de fertilizantes a aplicar en cada área individual o por grupos y regiones (Figura 45).

Las principales mezclas de fertilizantes que se utilizan en caña son nitrógeno, fósforo, potasio y azufre. Las mezclas y cantidades son específicas para cada finca dependiendo de los requerimientos y el manejo del cultivo. El mismo panorama se sigue para la aplicación de urea.

Como recomendación de ensayo se debe aplicar el 50% del fertilizante sobre la cepa en forma mecánica, el fertilizante debe ser aplicado con abono-cultivadora de discos y sin cinceles. La rastra debe cultivar de forma que entierre el fertilizante sin ser un aporque exagerado que deje surcos que puedan causar erosión. El otro 50% se debe aplicar con abono-cultivadora de cinceles, incorporando el fertilizante en la mesa lo más cercano posible al surco de caña.

Fertilización por avión: Se realiza en los lotes y fincas que no se han fertilizado según los proyectos de productividad, formulado independientemente para cada finca y que tengan menos de 180 días después del corte o siembra. Los factores que se toman en consideración para la fertilización aérea con sulfato son: edad del cultivo, densidad de población, número de cortes, número de riegos, variedad y tipo de suelos. Las áreas que son tomadas en cuenta en este análisis, deben estar libres de malezas en el momento de la aplicación (Figura 42).

El estaquillado se realiza cada 18 metros para aviones Trush y Turbo Trush, la capacidad para cada avión es de 20 a 24 quintales Trush y para Turbo Trush 24 a 40 quintales. La cantidad de quintales por vuelo está en función del área, el largo de la pista y el número de vuelos del bloque, finca o área a aplicar. La altura de vuelo es de 3 a 4 metros sobre la caña, verificando el traslape del abono entre pasadas.

El horario para aplicación es de 6:00 am hasta 5:00 ó 6:00 pm. La aplicación se suspende si en 4 días no llueve. Dos días antes de la aplicación deben elaborarse los mapas con las áreas y listado de lotes o fincas que se aplicarán con el propósito de diseñar los recorridos de vuelo, formulaciones y carga por vuelo.

Fertilización para labranza reducida

En el sistema tradicional (CENGICANÑA), el herbicida para labranza reducida se debe aplicar de 30-35 días después del corte, cuando la cepa tenga 40-45 cm de altura. Debe ser dirigido al surco y podrá realizarse con mochila de presión constante o con aguilón y tractor.

Bomba de Mochila: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha, o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla TK-105, ubicada a la altura del ápice, aproximadamente a 40 cm del suelo. Se debe asegurar la aplicación del producto sobre el material vegetal y no sobre la mesa. El agua con alto contenido de sales (dureza mayor a 150 ppm) debe tratarse. Si llueve antes de la tercera hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse.

Aplicación con Aguilón: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha, o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla de presión constante, la selección dependerá de las condiciones del área, equipo y producto. En CENGICANÑA recomiendan la XR-11002, ubicadas a la altura del ápice aproximadamente a 40 cm del suelo, debe aplicarse todo el producto en el material vegetal y no en la mesa, asegurándose que la boquilla quede al centro del surco

cuando el distanciamiento entre surcos es uniforme a 1.50 m, de lo contrario deberá aplicarse con bomba de mochila.

El tractor debe tener una velocidad de desplazamiento de 6-7 km/h para una óptima aplicación. La presión de operación debe ser entre 25-40 PSI. El agua con alto contenido de sales (dureza mayor de 150 ppm) debe tratarse. Si llueve antes de la tercera hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse.

Incorporación de cepas y fertilizante: A los 50-55 días después de la siembra se incorporan las cepas del cultivo anterior, efectuando simultáneamente la fertilización complementaria de acuerdo a las especificaciones individuales de cada lote o finca (Figura 46).

Fertilización en la siembra: Cuando el surcado es realizado con surcadores sencillos y no se fertiliza al momento de la siembra, se debe aplicar el fertilizante asegurándose que quede en el fondo del surco, haciéndolo en forma manual y al voleo. Se puede realizar un surco a la vez con el uso del sistema del saco de polietileno al hombro o con mochila de gravedad se pueden fertilizar dos surcos.

Fertilización complementaria: En algunos casos se realiza una fertilización complementaria a los cañales con el fin de aumentar el rendimiento de los mismos. Esta aplicación se realiza entre los días 55 a 60 después de la siembra, en caso que se realice ésta aplicación se deben tomar en cuenta los análisis de suelo y el plan de fertilización elaborado antes de la siembra. Se utilizan tractores de llanta, potencia moderada de 100 a 120 HP y un sistema de tolvas y discos dentados, con una velocidad de aplicación de 8 a 10 km/h (Figura 45).

3.2.3.10 Despeje de rondas

Esta labor se realiza a finales de la época lluviosa con la finalidad de limpiar las rondas que se han enmalezado el invierno. Se utiliza un tractor de baja potencia 60-100 HP y se usa el implemento despejador de rondas.

Químico: Con bombas de mochila o con mochilas de presión constante debe aplicarse un volumen de aproximadamente 280 l/ha de descarga. Utilizar un equipo de aplicación no mayor de 10 personas utilizando Round up y adherente para aumentar la eficiencia de la aplicación.

Manual: Manualmente deben mantenerse limpios los caminos y perímetros de los cañales para así mantener baja la proliferación de las malezas y para evitar los hospederos de plagas. Para esta labor es recomendable trabajar con machetes, limas o chapeadoras (machete de agricultor), tratando de dejar un buen trabajo en poco tiempo para cubrir áreas grandes y con bajos recursos humanos. El uso de azadón no es apropiado para grandes extensiones aunque el trabajo sea más limpio (Figura 40).

Mecánico: Para esta labor no se deben utilizar tractores de alto despeje o high crop, se usan los de potencia baja entre 60-100 HP, halando una chapeadora que más se acomode a las condiciones del terreno y de la finca.

3.2.3.11 Drenaje

Para suelos francos es importante mantener un buen control del agua superficial debido a que ésta no escurre con la facilidad que escurre en suelos de mayor porosidad. Se debe elaborar un buen manejo de drenajes para prevenir enfermedades y pudriciones en los cañales.

Drenaje por parcelas: Debe hacerse con recomendación de instrumentos topográficos, esta práctica tiene como finalidad la evacuación del agua superficial de los lotes hacia la red de drenaje de la finca, se realiza conformando un surco a una profundidad aproximada de 30 ó 35 cm utilizando generalmente un tractor de oruga serie D4-H y un zanjeador de tres puntos de enganche. De igual manera se puede realizar manualmente la práctica o con bueyes en caso de no tener acceso a maquinaria o al terreno con el equipo mecánico. Debe realizarse en las zonas de relieve bajo, para eliminar el agua que se encuentra a nivel del surco, para esta práctica el personal de finca con experiencia en esta labor y con experiencia específica en cada finca, puede ayudar en caso que no se tenga instrumentos topográficos.

Red de drenaje: Este trabajo requiere un adecuado diseño por parte de los técnicos de la finca, debe realizarse en áreas con problemas de drenaje elaborando curvas a nivel, éstas nos orientarán hacia dónde se debe realizar la construcción del drenaje. La red de drenaje se debe diseñar con la finalidad de lograr drenar el agua sub-superficial y superficial recolectada en la red de drenaje de las parcelas. Para su construcción se utilizan excavadoras y tractores de oruga con buldózer.

3.2.3.12 Cosecha

La cosecha se lleva a cabo durante todo el período de zafra de los Ingenios, en caso de ser productor particular puede cosechar con maquinaria y personal del Ingenio al que se entrega la caña, para el caso de un ingenio ésta actividad corresponde al departamento de cosecha y transportes (Figuras 19, 21 y 22).

3.2.4 Suelos francos sin acceso a riego. Caña de Rebrote

3.2.4.1 Desbasurado y requema

En la cosecha de maletas se desbasura en forma mecánica con tractor y con un implemento desbasurador o peine y se requema inmediatamente. En la cosecha a granel se requema la basura que va quedando atrás después de la cosecha y se acomoda en filas o chorras para facilitar su combustión, en este caso se recomienda acomodar manualmente cada tres surcos para reducir el área de suelo expuesta al calor y evaporación de agua.

3.2.4.2 Manejo integrado de plagas

Las plagas que representan una amenaza al cultivo y el manejo integrado de plagas se encuentra en el apéndice número 1.

3.2.4.3 Fertilización

La fertilización del cultivo de caña es una de las prácticas que hasta hace poco no se había considerado importante dentro del manejo del cultivo. Puede elaborarse un calendario de aplicación, mezcla y dosis independiente y específico para cada finca o lote. La estructuración de un calendario de aplicación de fertilizantes debe ser estrictamente basado en un análisis de las condiciones individuales de cada finca y un análisis de suelos, para poder así dar las mejores recomendaciones de fertilizantes a aplicar en cada área individual o por grupos y regiones (Figura 45).

Las principales mezclas de fertilizantes que se utilizan en caña son nitrógeno, fósforo, potasio y azufre. Las mezclas y cantidades son específicas para cada finca dependiendo de los requerimientos y el manejo del cultivo. El mismo panorama se sigue para la aplicación de urea.

Como recomendación de ensayo se debe aplicar el 50% del fertilizante sobre la cepa en forma mecánica, el fertilizante debe ser aplicado con abono-cultivadora de discos y sin cinceles. La rastra debe cultivar de forma que entierre el fertilizante sin ser un aporque exagerado que deje surcos que puedan causar erosión. El otro 50% se debe aplicar con abono-cultivadora de cinceles, incorporando el fertilizante en la mesa lo más cercano posible al surco de caña.

La fertilización del cultivo se debe realizar aproximadamente a los 5-10 días antes del cierre* y con tractor y un implemento o abono-cultivadora de discos dentados y no lisos, debido a que es necesario que el fertilizante aplicado quede en el suelo y no sobre la basura dejada por la cosecha anterior. La velocidad de operación es de 8-10 km/h.

* cierre: el cierre del cultivo es el momento en que la caña de azúcar alcanza un tamaño en el cual las hojas de un surco de caña se juntan con las hojas de otras, causando un efecto de techo, tapado o cerrado que dificulta el ingreso de la luz a la superficie del suelo.

Fertilización por avión: Se realiza en los lotes y fincas que no se han fertilizado según los proyectos de productividad, formulado independientemente para cada finca y que tengan menos de 180 días después del corte o siembra. Los factores que se toman en consideración para la fertilización aérea con sulfato son: edad del cultivo, densidad de población, número de cortes, número de riegos, variedad y tipo de suelos. Las áreas que son tomadas en cuenta en este análisis, deben estar libres de malezas en el momento de la aplicación (Figura 42).

El estaquillado se realiza cada 18 metros para aviones Trush y Turbo Trush, la capacidad para cada avión es de 20 a 24 quintales Trush y para Turbo Trush 24 a 40 quintales. La

cantidad de quintales por vuelo está en función del área, el largo de la pista y el número de vuelos del bloque, finca o área a aplicar. La altura de vuelo es de 3 a 4 metros sobre la caña, verificando el traslape del abono entre pasadas.

El horario para aplicación es de 6:00 am hasta 5:00 ó 6:00 pm. La aplicación se suspende si en 4 días no llueve. Dos días antes de la aplicación deben elaborarse los mapas con las áreas y listado de lotes o fincas que se aplicarán con el propósito de diseñar los recorridos de vuelo, formulaciones y carga por vuelo.

Fertilización para labranza reducida

En el sistema tradicional (CENGICANÑA), el herbicida para labranza reducida se debe aplicar de 30-35 días después del corte cuando la cepa tenga 40-45 cm de altura, debe ser dirigido al surco y puede realizarse con mochila de presión constante o con aguilón y tractor.

Bomba de Mochila: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha, o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla TK-105, ubicada a la altura del ápice, aproximadamente a 40 cm del suelo. Se debe asegurar la aplicación del producto sobre el material vegetal y no sobre la mesa. En aguas con alto contenido de sales (dureza mayor a 150 ppm) debe tratarse. Si llueve antes de la tercera hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse.

Aplicación con Aguilón: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha, o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla de presión constante, la selección dependerá de las condiciones del área, equipo y producto. En CENGICANÑA recomiendan la XR-11002, ubicadas a la altura del ápice aproximadamente a 40 cm del suelo, debe aplicarse todo el producto en el material vegetal y no en la mesa, asegurándose que la boquilla quede al centro del surco cuando el distanciamiento entre surcos es uniforme a 1.50 m, de lo contrario deberá aplicarse con bomba de mochila.

El tractor deberá tener una velocidad de desplazamiento de 6-7 km/h para una óptima aplicación. La presión de operación deberá ser entre 25-40 PSI. En aguas con alto contenido de sales (dureza mayor de 150 ppm) se deberá tratar el agua. Si llueve antes de la tercera hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse.

3.2.4.4 Despeje de rondas

Esta labor se realiza a finales de la época lluviosa con la finalidad de limpiar las rondas que se han enmalezado el invierno han crecido. Se utiliza un tractor de baja potencia 60-100 HP y se usa el implemento despejador de rondas.

Químico: Con bombas de mochila o con mochilas de presión constante debe aplicarse un volumen de aproximadamente 280 l/ha de descarga. Utilizar un equipo de aplicación no mayor de 10 personas utilizando Round up y adherente para aumentar la eficiencia de la aplicación.

Manual: Manualmente deben mantenerse limpios los caminos y perímetros de los cañales para así mantener baja la proliferación de las malezas y para evitar los hospederos de plagas. Para esta labor es recomendable trabajar con machetes, limas o chapeadoras (machete de agricultor), tratando de dejar un buen trabajo en poco tiempo para cubrir áreas grandes y con bajos recursos humanos. El uso de azadón no es apropiado para grandes extensiones aunque el trabajo sea más limpio (Figura 40).

Mecánico: Para esta labor no se deben utilizar tractores de alto despeje o high crop, de potencia baja entre 60-100 HP, halando una chapeadora que más se acomode a las condiciones del terreno y de la finca.

3.2.4.5 Herbicidas

Aplicación de herbicidas: Es importante recordar que según la variedad existe un período crítico de presencia de malezas para la caña, variando desde los 30 a 90 días después de siembra o de cosecha anterior (Subirós, 1995). La aplicación de herbicidas en áreas nuevas se hacen con el propósito de eliminar pastos, donde se van a establecer los semilleros básico y comercial, para el caso de labranza reducida se aplican para eliminar la cepa de la caña que sale al espacio entre surcos. Se recomienda mezclar herbicida con adherente para mejorar su efectividad.

La mejor aplicación de herbicida se logra con la utilización de bombas de mochila de presión constante con un volumen aproximado de unos 185-190 litros de agua por hectárea. El herbicida para labranza reducida debe aplicarse dirigido al surco donde está la cepa vieja del cultivo anterior, unos 30 días después del corte o cuando esta cepa llegue aproximadamente a unos 20-30 cm de alto (Figura 36).

Herbicida post-emergente: El herbicida post-emergente se debe aplicar a los 61-66 días después de la siembra, se puede aplicar con mochilas de presión constante, con tractor o con aeronave. La aplicación debe ser dirigida al surco con traslape en la mesa, ésta debe realizarse también un día después del riego. El herbicida post-emergente que se utiliza depende de las condiciones de cada lote o finca, de las diferentes malezas que se encuentran en cada región y la severidad de los ataques por finca o lote (Figuras 42, 43 y 44).

3.2.4.6 Inhibidores de floración

Los inhibidores de floración deben aplicarse en las variedades tempranas y floreadoras, las cuales son cosechadas en el último período de la zafra. Las fincas que sean destinadas para aplicar inhibidores de floración deben tener una edad mayor de 4 meses ya que a esta edad las variedades floreadoras entran en un período de inducción floral. La temporada de aplicación de inhibidores de floración para éstas variedades varía según la época de siembra pero oscila comúnmente entre los meses de agosto a septiembre (Figura 42 y 43).

Para una buena aplicación deben presentarse las condiciones óptimas de humedad relativa (más de 75%), temperatura menor a 27 °C y viento de 3 a 5 km/h. La cobertura con avión

debe ser de aproximadamente 20 metros y con helicóptero de 16 metros a una altura de vuelo de 3 metros. Para una aplicación más efectiva se recomienda usar adherente en la aplicación.

3.2.4.7 Madurantes

Los madurantes son herbicidas que a determinadas dosis trabajan como reguladores de crecimiento, optimizan los procesos fisiológicos de la planta y aumentan la concentración de sacarosa en los tallos (Figura 43).

Actúan directamente en los meristemos apicales de las plantas y catalizan las enzimas responsables de la acumulación de sacarosa inhibiendo parcialmente el crecimiento. Estos herbicidas usados para concentrar azúcares en el cultivo de la caña de azúcar son aplicados foliarmente entre 40-45 días antes de la cosecha (La Unión S.A, 2002).

3.2.4.8 Drenaje

Para suelos francos es importante mantener un buen control del agua superficial debido a que ésta no escurre con la facilidad que escurre en suelos de mayor porosidad. Se debe elaborar un buen manejo de drenajes para prevenir enfermedades y pudriciones en los cañales.

Drenaje por parcelas: Debe hacerse con recomendación de instrumentos topográficos, esta práctica tiene como finalidad la evacuación del agua superficial de los lotes hacia la red de drenaje de la finca, se realiza conformando un surco a una profundidad aproximada de 30 ó 35 cm utilizando generalmente un tractor de oruga serie D4-H y un zanjeador de tres puntos de enganche. De igual manera se puede realizar manualmente la práctica o con bueyes en caso de no tener acceso a maquinaria o al terreno con el equipo mecánico. Debe realizarse en las zonas de relieve bajo, para eliminar el agua que se encuentra a nivel del surco, para esta práctica el personal de finca con experiencia en esta labor y con experiencia específica en cada finca, puede ayudar en caso que no se tenga instrumentos topográficos.

Red de drenaje: Este trabajo requiere un adecuado diseño por parte de los técnicos de la finca, debe realizarse en áreas con problemas de drenaje elaborando curvas a nivel, éstas nos orientarán hacia dónde se debe realizar la construcción del drenaje. La red de drenaje se debe diseñar con la finalidad de lograr drenar el agua sub-superficial y superficial recolectada en la red de drenaje de las parcelas. Para su construcción se utilizan excavadoras y tractores de oruga con buldózer.

3.2.4.9 Cosecha

La cosecha se lleva a cabo durante todo el período de zafra de los Ingenios, en caso de ser productor particular puede cosechar con maquinaria y personal del Ingenio al que se entrega la caña, para el caso de un ingenio ésta actividad corresponde al departamento de cosecha y transportes (Figuras 19, 21 y 22).

3.3 SUELOS ARCILLOSOS

3.3.1 Suelos franco-arcillosos a arcillosos con acceso a riego. Caña Nueva

3.3.1.1 Adecuación de terreno

Estudio Topográfico: Realizar un levantamiento planimétrico y altimétrico del área con el fin de generar un plano de curvas a nivel que le permita realizar una mejor evaluación del área seleccionada, así como el diseño de calles, divisiones, estructuras hidráulicas y drenajes. Asimismo, se logra obtener el área real de cultivo en todo el lote y el área de cada fracción seccionada. Este trabajo se puede realizar por medio de personas con conocimientos en topografía, utilizando los equipos apropiados para cada terreno y según el alcance económico (se recomienda el uso de teodolitos, estación total o GPS, ayudados con el uso de programas como softdesk, autodesk y autocad). Se recomienda que al realizarse por primera vez esta práctica se utilice un grupo de topografía certificado con el fin de obtener simultáneamente mapas autenticados de la delimitación de la finca para presentar ante autoridades gubernamentales.

Descombrado y ruma: Esta práctica es aplicada cuando los terrenos son nuevos. Consiste en la habilitación de un terreno para el cultivo de la caña, se recomienda la utilización de tractores de oruga llamados buldózer de las series D5, D4H, D6 o D8 y D10 aunque los últimos mencionados son considerados de excesiva potencia para esta labor. En caso de ser necesario se puede hacer uso de motosierras. El más recomendado es el uso de un buldózer D5 de aplicación especial con el implemento de peine-fleco con el fin de eliminar vegetación y piedras. Pueden usarse motosierras y bueyes para eliminar de igual manera la vegetación y eliminar las piedras que sean posibles (Figura 26).

Diseño y trazo de la finca: El diseño del área y división de los lotes se hacen con relación a longitud y orientación de los surcos basándose en las curvas a nivel. Se toman en cuenta los factores de cosecha, riego, drenaje y lavado de suelo por exceso de lluvias. El diseño óptimo es orientar los surcos siguiendo las curvas a nivel. Se recomienda orientar los lotes y los surcos de manera que disminuyan de la mejor manera posible las pendientes del terreno ya que la degradación de los suelos aumenta y las labores de campo se dificultan al situar un lote con una pendiente excesiva. Se debe tomar en cuenta la facilidad de ingreso, monitoreo, identificación, acceso a maquinaria de cosecha, labores, transporte y en su efecto considerar el ingreso de mano de obra (Figura 54).

Desbasurado y requema: Se quema la basura de residuos vegetales que ha quedado en el campo y basura de cultivos anteriores, en caso de renovación del cañal pueden ser residuos de caña.

3.3.1.2 Preparación del terreno

Subsuelo: Esta labor se realiza a los 20-25 días después de la aplicación de herbicida, se utiliza un tractor de alta potencia 280 a 400 HP al motor con un implemento subsolador parabólico de 3 ó 5 brazos separados de 0.75 a 1 metro. El implemento a utilizar, el número de brazos, el tipo de brazos, la separación entre brazos y la profundidad de aplicación dependerán de las condiciones específicas de cada terreno y basándose en un estudio del área o utilizando calicatas. La profundidad comúnmente utilizada en suelos arcillosos en Guatemala es de 0.50 a 0.65 metros.

Se realiza una pasada paralela a los surcos ya existentes, en caso de realizar una segunda pasada esta debe realizarse a un ángulo de 45 grados con relación a la primera pasada. Cuando se utiliza un arado de cincel en lugar de subsolador se deben realizar dos pasadas en cruz, la primera siendo en sentido paralelo a los surcos. Cuando el área es nueva se determina la primera pasada de acuerdo a las condiciones de cada lugar y la segunda en cruz.

Volteo o arado: Después de recibir la recomendación según la calicata, si se debe, el volteo o arado se realiza sólo en las áreas de producción que no son manejadas en el sistema de labranza reducida. Se realiza a los 20 días después de la aplicación de herbicida con un tractor de alta potencia y un sistema de rastra pesada o rompedora. Se debe graduar el ángulo de las secciones, el implemento o un cambio de implemento con la finalidad de que ocurra la mayor inversión de suelo y a una profundidad no menor de aproximadamente 11-13" (25-35 cm). La dirección del arado o volteo debe realizarse siguiendo el sentido de los surcos (Figuras 27 y 28).

Pulido o pase de rastra: Esta actividad se debe llevar a cabo como mínimo unos 15 días después del arado, se debe utilizar un sistema de rastras livianas especiales para esta actividad. La velocidad del tractor al momento de pulir el suelo debe ser de 8 a 10 km/h y se debe trabajar en dirección transversal al arado. El suelo debe quedar bien mullido para así poder realizar con más facilidad las actividades que siguen en el manejo de la caña, asimismo, para poder realizar una buena cobertura de la semilla al momento de la siembra (Figuras 28 y 29).

Surcado: La labor de surcado se realiza inmediatamente después de realizar el pulido, para llevar a cabo esta actividad eficientemente el pulido debe dejar el suelo sin presencia de partículas grandes, lo cual dificulta el surcado. Se lleva a cabo con un tractor de alta potencia y un implemento que consta de unos vertedores o surcadores que abren los surcos, el número de vertedores está relacionado a la potencia del tractor. Se recomienda utilizar implementos con marcadores y con tolvas para aplicar fertilizante e insecticida, lo cual evita el uso de ayudantes para la dirección del piloto del tractor ya que es importante que el surcado quede recto, de igual manera se puede utilizar maquinaria menos tecnificada obteniendo resultados similares. El distanciamiento es de 1.50 metros, la dirección de los surcos debe ser realizada en función del diseño realizado previamente del terreno, el cual debe estar enfocado a la mejor conservación de los suelos, el ambiente y la eficiencia de manejo (Figuras 30 y 31).

Estaquillado: El estaquillado se realiza unos dos días antes de la siembra, la forma comúnmente usada es de 12 metros entre estacas y unos 10 surcos de separación entre

líneas de estacas. Los 12 metros de distancia se deben poder cubrir con un sólo paquete de semillas que se recomienda tenga unos 30 esquejes y 50-60 cm de largo cada uno. La principal función del estaquillado es guiar a los sembradores, mantener un orden en la plantación, facilitar la distribución y el pago de los sembradores.

3.3.1.3 Semilleros

Semillero básico: Un semillero básico es el que se establece con el objetivo de proporcionar semilla para el semillero comercial, éste debe establecerse en lugares libres de caña voluntaria, en un suelo bien mullido, con riego y libre acceso. Además debe encontrarse cercano al lugar donde se establecerá el semillero comercial, debe estar sin riesgo a la aplicación de madurantes. El suelo no debe estar muy húmedo al momento de la cosecha.

El tratamiento térmico se realiza en semilleros, para las regiones con similares condiciones climatológicas a las de la región centroamericana, estos semilleros son establecidos en diciembre y agosto. Es recomendable sumergir los esquejes en agua a 51 °C durante 10 minutos seguido de un reposo en agua a temperatura ambiente de 8 a 12 horas, luego se sumerge nuevamente en agua a 51 °C durante una hora. A los esquejes tratados térmicamente se les debe aplicar un fungicida para prevenir pérdidas y mantener el rendimiento deseado. El tamaño de los esquejes debe ser de 2-3 pulgadas de largo y se siembran 3-4 por metro lineal, tapando con unos 3 cm de suelo mullido.

Semillero comercial: El establecimiento de un semillero comercial, para las regiones con similares condiciones climatológicas a las de la región centroamericana, debe hacerse en los meses de abril y mayo para las renovaciones de la época seca y para las renovaciones de época lluviosa en los meses de agosto y septiembre. Después del corte de la semilla se deben realizar paquetes para facilitar el transporte, conteo y distribución en el campo, se recomienda utilizar un número de semillas por paquete adecuado a las proporciones de la producción. Antes de iniciar el corte en los semilleros se recomienda realizar una práctica preventiva de desinfección de los machetes con yodo al 5 % (Figura 32).

Corte de semilla: Uno a dos días antes de la siembra planificada para un lote o finca, se realiza el corte de las semillas en los semilleros que hayan alcanzado de 8 a 10 meses de edad y se realizan los paquetes de 30 esquejes, que tengan aproximadamente unos 50-60 cm, con los cuales se debe llenar los 12 metros del estaquillado. Los esquejes deben ser de buena calidad y deben estar en buenas condiciones morfológicas, con una cantidad de yemas florales de 3 a 5 por esqueje (Figuras 32 y 33).

Transporte de semilla: En caso que sea necesario la semilla debe transportarse un día antes de la siembra, se puede llevar en jaulas o en plataformas con el fin de poder transportar las semillas al lugar de siembra previamente esquilado para así facilitar la distribución y el sembrado más eficiente y veloz.

Colocación de la semilla: Se distribuye en las cabeceras de los lotes y en áreas ubicadas estratégicamente con el fin de agilizar la distribución, se deben dejar los paquetes lo más cercano posible y con el cuidado de no dañar las yemas y los paquetes. Antes del día de

siembra los paquetes deben quedar distribuidos de tal manera que los sembradores no tengan ningún problema con la recolección y distribución de las semillas (Figura 34).

3.3.1.4 Siembra

Distribución de la semilla: Se debe colocar un paquete de esquejes en cada 12 metros lineales, el área entre cada estaca, se debe de colocar en una forma que mejor se acomode a las condiciones de suelo y a la densidad que se desea obtener. Para los paquetes de 30 esquejes se recomienda que estos sean colocados en forma de cadena simple con un traslape de 15-20 % y así lograr alcanzar exactos los 12 metros sin que sobre ni falte semilla ($30 * 0.50 \text{ m} = 15 \text{ m} - 20 \% = 12 \text{ m}$).

Tapado de semilla: Se debe realizar un buen tapado de la semilla con el fin de obtener un alto número de yemas germinadas y alcanzar los rendimientos en población deseados en la planificación. Para obtener el mejor tapado de la semilla, el suelo debe estar bien mullido y libre de partículas grandes como terrones grandes de suelo o piedras los cuales crearán burbujas de aire y falta de humedad a las yemas que no estén bien tapadas con suelo mullido. Por lo que la práctica de pulido del suelo es importante y se debe tener un alto control de calidad al momento de realizar la preparación del suelo.

3.3.1.5 Manejo Integrado de Plagas

Las plagas que representan una amenaza al cultivo y el manejo integrado de plagas se encuentra en el apéndice número 1.

3.3.1.6 Herbicidas

Aplicación de herbicidas: En el caso de malezas es importante recordar que según la variedad existe un período crítico de presencia de malezas para la caña, variando desde los 30 a 90 días después de siembra o de cosecha anterior (Subirós, 1995). La aplicación de herbicida en áreas nuevas se hace con el propósito de eliminar pastos, donde se van a establecer los semilleros básico y comercial. Para labranza reducida se aplica herbicida para eliminar la cepa de la caña que sale al espacio entre surcos. Se recomienda mezclar herbicida con adherente para mejorar su efectividad.

La mejor aplicación de herbicida se logra con la utilización de bombas de mochila de presión constante con un volumen aproximado de unos 185-190 litros de agua por hectárea. El herbicida para labranza reducida debe aplicarse dirigido al surco donde está la cepa vieja del cultivo anterior, unos 30 días después del corte o cuando esta cepa llegue aproximadamente a unos 20-30 cm de alto (Figura 36).

Herbicida pre-emergente: El herbicida pre-emergente se debe aplicar a los 11-13 días después de la siembra, se puede aplicar con mochilas de presión constante, con tractor o con aeronave. La aplicación debe ser dirigida al surco con traslape en la mesa, ésta debe realizarse un día después del riego, en áreas sin riego deberá tenerse condiciones adecuadas de humedad. El herbicida pre-emergente que se utiliza depende de las

condiciones de cada lote o finca, de las diferentes malezas que se encuentran en cada región y la severidad de los ataques por finca o lote (Figuras 36, 37, 38 y 39).

Herbicida post-emergente: El herbicida post-emergente se debe aplicar a los 61-66 días después de la siembra, se puede aplicar con mochilas de presión constante, con tractor o con aeronave. La aplicación debe ser dirigida al surco con traslape en la mesa, ésta debe realizarse también un día después del riego. El herbicida post-emergente que se utiliza depende de las condiciones de cada lote o finca, de las diferentes malezas que se encuentran en cada región y la severidad de los ataques por finca o lote (Figuras 42, 43 y 44).

3.3.1.7 Inhibidores de floración

Los inhibidores de floración deben aplicarse en las variedades tempranas y floreadoras, las cuales son cosechadas en el último período de la zafra. Las fincas que sean destinadas para aplicar inhibidores de floración deben tener una edad mayor de 4 meses ya que a esta edad las variedades floreadoras entran en un período de inducción floral. La temporada de aplicación de inhibidores de floración para éstas variedades varía según la época de siembra pero oscila comúnmente entre los meses de agosto a septiembre (Figura 42 y 43).

Para una buena aplicación deben presentarse las condiciones óptimas de humedad relativa (más de 75%), temperatura menor a 27 °C y viento de 3 a 5 km/h. La cobertura con avión debe ser de aproximadamente 20 metros y con helicóptero de 16 metros a una altura de vuelo de 3 metros. Para una aplicación más efectiva se recomienda usar adherente en la aplicación.

3.3.1.8 Madurantes

Los madurantes son herbicidas que a determinadas dosis trabajan como reguladores de crecimiento, optimizan los procesos fisiológicos de la planta y aumentan la concentración de sacarosa en los tallos (Figura 43).

Actúan directamente en los meristemos apicales de las plantas y catalizan las enzimas responsables de la acumulación de sacarosa inhibiendo parcialmente el crecimiento. Estos herbicidas usados para concentrar azúcares en el cultivo de la caña de azúcar son aplicados foliarmente entre 40-45 días antes de la cosecha (La Unión S.A, 2002).

3.3.1.9 Fertilización

La fertilización del cultivo de caña es una práctica que hasta hace poco no se había considerado importante dentro del manejo del cultivo, en áreas con riego y sin problemas de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*), se fertiliza inmediatamente después del primer riego o incorporado de 5 a 9 días después del corte. Pueden elaborarse calendarios de aplicación, mezcla y dosis independiente y específico para cada finca ó lote. En áreas de riego con presencia de chinche salivosa, se recomienda fertilizar de 20 a 30 días después del corte. La estructuración de un calendario de aplicación de fertilizante debe ser estrictamente basado en un análisis de las condiciones individuales de cada finca y un

análisis de suelos, para poder así dar las mejores recomendaciones de fertilizantes a aplicar en cada área individual o por grupos y regiones (Figura 45).

Las principales mezclas de fertilizantes que se utilizan en caña son nitrógeno, fósforo, potasio y azufre. Las mezclas y cantidades son específicas para cada finca dependiendo de los requerimientos y el manejo del cultivo.

Como recomendación de ensayo se debe aplicar el 50 % del fertilizante sobre la cepa en forma mecánica, el fertilizante debe ser aplicado con abono-cultivadora de discos y sin cinceles. La rastra debe cultivar de forma que entierre el fertilizante sin ser un aporque exagerado que deje surcos que puedan ser erosionados. El otro 50 % se debe aplicar con abono-cultivadora de cinceles, incorporando el fertilizante en la mesa lo más cercano posible al surco de caña.

Fertilización por avión: Se realiza en los lotes y fincas que no se han fertilizado según los proyectos de productividad, formulado independientemente para cada finca y que tengan menos de 180 días después del corte o siembra. Los factores que se toman en consideración para la fertilización aérea con sulfato son: edad del cultivo, densidad de población, número de cortes, número de riegos, variedad y tipo de suelos. Las áreas que son tomadas en cuenta en este análisis, deben estar libres de malezas en el momento de la aplicación (Figura 42).

El estaquillado es a cada 18 metros para aviones Trush y Turbo Trush, la capacidad para cada avión es de 20 a 24 quintales Trush y para Turbo Trush 24 a 40 quintales. La cantidad de quintales por vuelo basada en función del área, el largo de la pista y el número de vuelos del bloque, finca o área a aplicar. La altura de vuelo es de 3 a 4 metros sobre la caña, verificando el traslape del abono entre pasadas.

El horario para aplicación es de 6:00 am hasta 5:00 ó 6:00 pm. La aplicación se suspende si en 4 días no llueve. Dos días antes de la aplicación deben elaborarse los mapas con las áreas y listado de lotes o fincas que se aplicarán con el propósito de diseñar los recorridos de vuelo, formulaciones y carga por vuelo.

Fertilización para labranza reducida

En el sistema tradicional de CENGICANA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar), el herbicida para labranza reducida se aplica de 30-35 días después del corte cuando la cepa alcance 40-45 cm de altura, debe ser dirigido al surco y puede realizarse con mochila de presión constante ó con aguilón y tractor.

Bomba de Mochila: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha, o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla TK-105, ubicada a la altura del ápice, aproximadamente a 40 cm del suelo. Se debe asegurar la aplicación del producto sobre el material vegetal y no sobre la mesa. En aguas con alto contenido de sales (dureza mayor a 150 ppm) se debe tratar el agua y si llueve antes de la tercer hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse.

Aplicación con Aguilón: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha, o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla de presión constante, la selección dependerá de las condiciones del área, equipo y producto. En CENGICANÁ recomiendan la XR-11002, ubicadas a la altura del ápice aproximadamente a 40 cm del suelo, debe aplicarse todo el producto en el material vegetal y no en la mesa, asegurándose que la boquilla quede al centro del surco cuando el distanciamiento entre surcos es uniforme a 1.50 m, de lo contrario deberá aplicarse con bomba de mochila.

El tractor deberá tener una velocidad de desplazamiento de 6-7 km/h para una óptima aplicación. La presión de operación debe estar entre 25-40 PSI. El agua con alto contenido de sales (dureza mayor de 150 ppm) debe tratarse. Si llueve antes de la tercera hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse.

Incorporación de cepas y fertilizante: A los 50-55 días después de la siembra se incorporan las cepas del cultivo anterior, efectuando simultáneamente la fertilización complementaria de acuerdo a las especificaciones individuales de cada lote o finca (Figura 46).

Fertilización en la siembra: Cuando el surcado es realizado con surcadores sencillos y no se fertiliza al momento de la siembra, se debe aplicar el fertilizante asegurándose que quede en el fondo del surco, haciéndolo en forma manual y al voleo. Se puede realizar un surco a la vez con el uso del sistema del saco de polietileno al hombro o con mochila de gravedad se pueden fertilizar dos surcos simultáneamente.

Fertilización complementaria: En algunos casos se realiza una fertilización complementaria a los cañales con el fin de aumentar el rendimiento de los mismos. Esta aplicación se realiza entre los días 55 a 60 después de la siembra, en caso que se realice ésta aplicación se debe tomar en cuenta los análisis de suelo y el plan de fertilización elaborado antes de la siembra. Se utilizan tractores de llanta, potencia moderada de 100 a 120 HP y un sistema de tolvas y discos dentados, con una velocidad de aplicación de 8 a 10 km/h (Figura 45).

3.3.1.10 Riego

Primer riego de germinación: El riego de germinación debe realizarse de uno a dos días después de la siembra. Para el riego por aspersión debe aplicarse un volumen total de aproximadamente 105 mm en un período no mayor de 3 horas para evitar una sobre saturación del suelo, que puede conllevar a la pudrición de las yemas, falta de oxígeno a las yemas y proliferación de plagas en el suelo (Figuras 51 y 52).

Cuando el riego es por gravedad debe regarse hasta el momento en que el agua llega al final del surco y no saturar por más tiempo cada uno de los surcos (Figura 52), además puede usarse riego por goteo (Figura 50).

Segundo riego: El segundo riego debe hacerse de la misma manera en que se realizó el primer riego, el principal factor a considerar es la cantidad de agua aplicada, pues es

preferible un mayor número de riegos que mayor volumen de agua por riego, debido a los problemas que puede ocasionar una saturación prolongada de agua en el suelo. El segundo riego se debe realizar entre los 11 y 13 días después de la siembra (Figura 51 y 53).

Tercer riego: El tercer riego se debe aplicar 32-35 días después de siembra, la frecuencia de riego después del tercer riego está dada por el tipo de suelo y se puede observar en el cuadro 6. En este riego se debe aplicar una lámina de 65 a 75 mm, siempre en un periodo no mayor a 3 horas para evitar los problemas que ello conlleva y los retrasos de otros terrenos de producción.

En riego por gravedad se aplica 32 a 35 días después de siembra, la lámina de agua de esta aplicación es desuniforme debido a que el agua ingresa al terreno por un solo lado, el cual recibirá más agua por lo que debe regarse cada surco hasta que el agua haya alcanzado el otro extremo del surco, con esto se logra aplicar suficiente volumen de agua a todas las plantas en el mismo surco.

Cuarto riego: El cuarto riego se realiza de igual manera que el tercer riego entre los 52 y 55 días después de la siembra, este periodo dependerá del tipo de suelo en que esté ubicada la caña, según se observa en el cuadro de frecuencias de riego número 6.

Quinto riego: Se realiza de la misma forma que el tercer riego, se realiza a los 73-75 días después de la siembra. La frecuencia entre riegos para suelos arcillosos con caña nueva es de 20 a 22 días entre riegos la cual se debe seguir aplicando según sea necesario durante el desarrollo del cultivo, además debe mantenerse en un rango de rentabilidad aceptable ya que implica costos importantes en la producción de la caña. Se recomienda que preferiblemente el número de riegos sea 8 por cultivo, se considera efectivo aun entre 9 y 11 riegos pero este número dependerá de las condiciones ambientales y rendimientos de los cañales.

3.3.1.11 Despeje de rondas

Esta labor se realiza a finales de la época lluviosa con la finalidad de limpiar las rondas que se enmalezan en el invierno. Se utiliza un tractor de baja potencia 60-100 hp y se usa el implemento despejador de rondas.

Químico: Con bombas de mochila o con mochilas de presión constante, debe aplicarse un volumen de aproximadamente 280 l/ha. Es recomendable usar un equipo de aplicación no mayor de 10 personas utilizando Round up y adherente para aumentar la eficiencia de la aplicación.

Manual: Manualmente deben mantenerse limpios los caminos y perímetros de los cañales para así mantener baja la proliferación de las malezas y para evitar los hospederos de plagas. Para esta labor es recomendable trabajar con machetes, limas o chapeadoras (machete de agricultor), se debe realizar un buen trabajo en poco tiempo para así cubrir áreas grandes y con bajos recursos humanos. El uso de azadón no es apropiado para grandes extensiones aunque el trabajo sea más limpio (Figura 40).

Mecánico: Para esta labor no se deben utilizar tractores de alto despeje o high crop, se usan los de potencia baja entre 60-100 HP, halando una chapeadora que más se acomode a las condiciones del terreno y de la finca.

3.3.1.12 Drenaje

Para suelos francos es importante mantener un buen control del agua superficial debido a que ésta no escurre con la facilidad que escurre en suelos de mayor porosidad. Se debe elaborar un buen manejo de drenajes para prevenir enfermedades y pudriciones en los cañales.

Drenaje por parcelas: Debe hacerse con recomendación de instrumentos topográficos, esta práctica tiene como finalidad la evacuación del agua superficial de los lotes hacia la red de drenaje de la finca, se realiza conformando un surco a una profundidad aproximada de 30 ó 35 cm utilizando generalmente un tractor de oruga serie D4-H y un zanjeador de tres puntos de enganche. De igual manera se puede realizar manualmente la práctica o con bueyes en caso de no tener acceso a maquinaria o al terreno con el equipo mecánico. Debe realizarse en las zonas de relieve bajo para eliminar el agua que se encuentra a nivel del surco, para esta práctica el personal de finca con experiencia en esta labor y con experiencia específica en cada finca, puede ayudar en caso que no se tenga instrumentos topográficos.

Red de drenaje: Este trabajo requiere un adecuado diseño por parte de los técnicos de la finca, debe realizarse en áreas con problemas de drenaje elaborando curvas a nivel, éstas nos orientarán hacia dónde se debe realizar la construcción del drenaje. La red de drenaje se debe diseñar con la finalidad de lograr drenar el agua sub-superficial y superficial recolectada en la red de drenaje de las parcelas. Para su construcción se utilizan excavadoras y tractores de oruga con buldózer.

3.2.1.13 Cosecha

La cosecha se lleva a cabo durante todo el período de zafra de los Ingenios, en caso de ser productor particular puede cosechar con maquinaria y personal del Ingenio al que se entrega la caña, para el caso de un ingenio ésta actividad corresponde al departamento de cosecha y transportes (Figuras 19, 21 y 22).

3.3.2 Suelos franco-arcillosos a arcillosos con acceso a riego. Caña de Rebrote

3.3.2.1 Adecuación del terreno

Desbasurado y requema: En la cosecha de maletas se desbasura en forma mecánica con tractor y con un implemento desbasurador o peine y luego se requema inmediatamente. En la cosecha a granel se requema la basura que va quedando atrás después de la cosecha y se acomoda en filas o chorras para facilitar su combustión.

3.3.2.2 Manejo integrado de plagas

Las plagas que representan una amenaza al cultivo y el manejo integrado de plagas se encuentra en el apéndice número 1.

3.3.2.3 Fertilización

La fertilización del cultivo de caña es una práctica que hasta hace poco no se había considerado importante dentro del manejo del cultivo, en áreas con riego y sin problemas de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*), se fertiliza inmediatamente después del primer riego o incorporado de 5 a 9 días después del corte. Pueden elaborarse calendarios de aplicación, mezcla y dosis independiente y específico para cada finca o lote. En áreas de riego con presencia de chinche salivosa, se recomienda fertilizar de 20 a 30 días después del corte. La estructuración de un calendario de aplicación de fertilizantes debe ser estrictamente basado en un análisis de las condiciones individuales de cada finca y un análisis de suelos, para poder así dar las mejores recomendaciones de fertilizante a aplicar en cada área individual o por grupos y regiones (Figura 45).

Las principales mezclas de fertilizantes que se utilizan en caña son nitrógeno, fósforo, potasio y azufre. Las mezclas y cantidades son específicas para cada finca dependiendo de los requerimientos y el manejo del cultivo.

Como recomendación de ensayo se debe aplicar el 50% del fertilizante sobre la cepa en forma mecánica, el fertilizante debe ser aplicado con abono-cultivadora de discos y sin cinceles. La rastra debe cultivar de forma que entierre el fertilizante sin ser un aporque exagerado que deje surcos con peligro de sufrir erosión. El otro 50% se debe aplicar con abono-cultivadora de cinceles, incorporando el fertilizante en la mesa lo más cercano posible al surco de caña.

Fertilización por avión: Se realiza en los lotes y fincas que no se han fertilizado según los proyectos de productividad, formulado independientemente para cada finca y que tengan menos de 180 días después del corte o siembra. Los factores que se toman en consideración para la fertilización aérea con sulfato son: edad del cultivo, densidad de población, número de cortes, número de riegos, variedad y tipo de suelos. Las áreas que son tomadas en cuenta en este análisis, deben estar libres de malezas en el momento de la aplicación (Figura 42).

El estaquillado es a cada 18 metros para aviones Trush y Turbo Trush, la capacidad para cada avión es de 20 a 24 quintales Trush y para Turbo Trush 24 a 40 quintales. La cantidad de quintales por vuelo está basado en función del área, el largo de la pista y el número de vuelos del bloque, finca o área a aplicar. La altura de vuelo es de 3 a 4 metros sobre la caña, verificando el traslape del abono entre pasadas.

El horario para aplicación es de 6:00 am hasta 5:00 ó 6:00 pm. La aplicación se suspende si en 4 días no llueve. Dos días antes de la aplicación deben elaborarse los mapas con las áreas y listado de lotes o fincas que se aplicarán con el propósito de diseñar los recorridos de vuelo, formulaciones y carga por vuelo.

Fertilización para labranza reducida

En el sistema tradicional de CENGICANÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar), el herbicida para labranza reducida se debe aplicar de 30-35 días después del corte cuando la cepa alcance 40-45 cm de altura, debe ser dirigido al surco y puede realizarse con mochila de presión constante ó con aguilón y tractor.

Bomba de Mochila: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha, o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla TK-105, ubicada a la altura del ápice, aproximadamente a 40 cm del suelo. Se debe asegurar la aplicación del producto sobre el material vegetal y no sobre la mesa. En aguas con alto contenido de sales (dureza mayor a 150 ppm) se debe tratar el agua y si llueve antes de la tercer hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse.

Aplicación con Aguilón: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha, o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla de presión constante, la selección dependerá de las condiciones del área, equipo y producto. En CENGICANÑA recomiendan la XR-11002, ubicadas a la altura del ápice aproximadamente a 40 cm del suelo, debe aplicarse todo el producto en el material vegetal y no en la mesa, asegurándose que la boquilla quede al centro del surco cuando el distanciamiento entre surcos es uniforme a 1.50 m, de lo contrario deberá aplicarse con bomba de mochila.

El tractor debe tener una velocidad de desplazamiento de 6-7 km/h para una óptima aplicación. La presión de operación debe ser entre 25-40 PSI. El agua con alto contenido de sales (dureza mayor de 150 ppm) debe tratarse. Si llueve antes de la tercera hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse.

3.3.2.4 Riego

Primer riego de germinación: El riego de germinación debe realizarse de uno a dos después de la siembra. Para el riego por aspersión debe aplicarse un volumen total de aproximadamente 105 mm en un período no mayor de 3 horas para evitar una sobre saturación del suelo, que puede conllevar a la pudrición de las yemas, falta de oxígeno a las yemas y proliferación de plagas en el suelo (Figuras 51 y 52).

Cuando el riego es por gravedad debe regarse hasta el momento en que el agua llega al final del surco y no saturar por más tiempo cada uno de los surcos (Figura 52), además puede usarse riego por goteo (Figura 50).

Segundo riego: El segundo riego debe hacerse de la misma manera en que se realizó el primer riego, el principal factor a considerar es la cantidad de agua aplicada, pues es preferible un mayor número de riegos que mayor volumen de agua por riego, debido a los problemas que puede ocasionar una saturación prolongada de agua en el suelo. El segundo riego se debe realizar entre los 11 y 13 días después de la siembra (Figura 51 y 53).

Tercer riego: El tercer riego se debe aplicar 32-35 días después de siembra, la frecuencia de riego después del tercer riego esta dada por el tipo de suelo y se puede observar en el cuadro 6. En este riego se debe aplicar una lámina de 65 a 75 mm, siempre en un período no mayor a 3 horas para evitar los problemas que ello conlleva y los retrasos de otros terrenos de producción.

3.3.2.5 Despeje de rondas

Esta labor se realiza a finales de la época lluviosa con la finalidad de limpiar las rondas que se han enmalezado en el invierno. Se utiliza un tractor de baja potencia 60-100 hp y se usa el implemento despejador de rondas.

Químico: Con bombas de mochila o con mochilas de presión constante debe aplicarse un volumen de aproximadamente 280 l/ha de descarga. Utilizar un equipo de aplicación no mayor de 10 personas utilizando Round up y adherente para aumentar la eficiencia de la aplicación.

Manual: Manualmente deben mantenerse limpios los caminos y perímetros de los cañales para así mantener baja la proliferación de las malezas y para evitar los hospederos de plagas. Para esta labor es recomendable trabajar con machetes, limas o chapeadoras (machete de agricultor), se debe realizar un buen trabajo en poco tiempo para cubrir áreas grandes y con bajos recursos humanos. El uso de azadón no es apropiado para grandes extensiones aunque el trabajo sea más limpio (Figura 40).

Mecánico: Para esta labor no se debe utilizar tractores de alto despeje o high crop, se usan los de potencia baja entre 60-100 HP, halando una chapeadora que más se acomode a las condiciones del terreno y de la finca.

3.3.2.6 Herbicidas

Aplicación de herbicidas: En el caso de malezas es importante recordar que según la variedad existe un período crítico para la caña, variando desde los 30 a 90 días después de siembra o de cosecha anterior (Subirós, 1995). La aplicación de herbicidas en áreas nuevas se hacen con el propósito de eliminar pastos, donde se van a realizar los semilleros básicos y comerciales, para el caso de labranza reducida se aplican para eliminar la cepa de la caña que sale al espacio entre surcos. Se recomienda mezclar herbicida con adherentes para mejorar su efectividad.

La mejor aplicación de herbicida se logra con la utilización de bombas de mochila de presión constante con un volumen aproximado de unos 185-190 litros de agua por hectárea. El herbicida para labranza reducida debe aplicarse dirigido al surco donde está la cepa vieja del cultivo anterior, unos 30 días después del corte o cuando esta cepa llegue aproximadamente a unos 20-30 cm de alto (Figura 36).

Herbicida post-emergente: El herbicida post-emergente se debe aplicar a los 61-66 días después de la siembra, se puede aplicar con mochilas de presión constante, con tractor o

con aeronave. La aplicación debe ser dirigida al surco con traslape en la mesa, ésta debe realizarse también un día después del riego. El herbicida post-emergente que se utilizan depende de las condiciones de cada lote o finca, de las diferentes malezas que se encuentran en cada región y la severidad de los ataques por finca o lote (Figuras 42, 43 y 44).

3.3.2.7 Inhibidores de floración

Los inhibidores de floración deben aplicarse a las variedades tempranas y floreadoras, las cuales son cosechadas en el último período de la zafra. Las fincas que sean destinadas para aplicar inhibidores de floración deben tener una edad mayor de 4 meses ya que a esta edad las variedades floreadoras entran en un período de inducción floral. La temporada de aplicación de inhibidores de floración para éstas variedades varía según la época de siembra pero oscila comúnmente entre los meses de agosto a septiembre (Figura 42 y 43).

Para una buena aplicación deben presentarse las condiciones óptimas de humedad relativa (más de 75 %), temperatura menor a 27 °C y viento de 3 a 5 km/h. La cobertura con avión debe ser de aproximadamente 20 metros y con helicóptero de 16 metros a una altura de vuelo de 3 metros. Para una aplicación más efectiva se recomienda usar adherente en la aplicación.

3.3.2.8 Madurantes

Los madurantes son herbicidas que a determinadas dosis trabajan como reguladores de crecimiento, optimizan los procesos fisiológicos de la planta y aumentan la concentración de sacarosa en los tallos, actúan directamente en los meristemos apicales de las plantas y catalizan las enzimas responsables de la acumulación de sacarosa inhibiendo parcialmente el crecimiento (Figura 43).

Estos herbicidas usados para concentrar azúcares en el cultivo de la caña de azúcar son aplicados foliarmente entre 40-45 días antes de la cosecha (La Unión S.A, 2002).

3.3.2.9 Drenaje

Para suelos francos es importante mantener un buen control del agua superficial debido a que ésta no escurre con la facilidad que escurre en suelos de mayor porosidad. Se debe elaborar un buen manejo de drenajes para prevenir enfermedades y pudriciones en los cañales.

Drenaje por parcelas: Debe hacerse con recomendación de instrumentos topográficos, esta práctica tiene como finalidad la evacuación del agua superficial de los lotes hacia la red de drenaje de la finca, se realiza conformando un surco a una profundidad aproximada de 30 ó 35 cm utilizando generalmente un tractor de oruga serie D4-H y un zanjeador de tres puntos de enganche. De igual manera se puede realizar manualmente la práctica o con bueyes en caso de no tener acceso a maquinaria o al terreno con el equipo mecánico. Debe realizarse en las zonas de relieve bajo, para eliminar el agua que se encuentra a nivel del surco. Para esta práctica el personal de finca con experiencia en esta labor y con

experiencia específica en cada finca, puede ayudar bastante en caso que no se tenga instrumentos topográficos.

Red de drenaje: Este trabajo requiere un adecuado diseño por parte de los técnicos de la finca, debe realizarse en áreas con problemas de drenaje elaborando curvas a nivel, éstas nos orientarán hacia dónde se debe realizar la construcción del drenaje. La red de drenaje se debe diseñar con la finalidad de lograr drenar el agua sub-superficial y superficial recolectada en la red de drenaje de las parcelas. Para su construcción se utilizan excavadoras y tractores de oruga con buldózer.

3.3.2.10 Cosecha

La cosecha se lleva a cabo durante todo el período de zafra de los Ingenios, en caso de ser productor particular puede cosechar con maquinaria y personal del Ingenio al que se entrega la caña, para el caso de un ingenio ésta actividad corresponde al departamento de cosecha y transportes (Figuras 19, 21 y 22).

3.3.3 Suelos franco-arcillosos a arcillosos sin acceso a riego. Caña Nueva

3.3.3.1 Adecuación del terreno

Estudio Topográfico: Realizar un levantamiento planimétrico y altimétrico del área con el fin de generar un plano de curvas a nivel que le permita realizar una mejor evaluación del área seleccionada, así como el diseño de calles, divisiones, estructuras hidráulicas y drenajes. Asimismo, se logra obtener el área real de cultivo en todo el lote y el área de cada fracción seccionada. Este trabajo se puede realizar por medio de personas con conocimientos en topografía, utilizando los equipos apropiados para cada terreno y según el alcance económico (se recomienda el uso de teodolitos, estación total o GPS, ayudados con el uso de programas como softdesk, autodesk y autocad). Se recomienda que al realizar por primera vez esta práctica se utilice un grupo de topografía certificado con el fin de obtener simultáneamente mapas autenticados de la delimitación de la finca para presentar ante autoridades gubernamentales.

Descombrado y ruma: Esta práctica es aplicada cuando los terrenos son nuevos. Consiste en la habilitación de un terreno para el cultivo de la caña, se recomienda la utilización de tractores de oruga llamados buldózer de las series D5, D4H, D6 o D8 y D10 aunque los últimos mencionados son considerados de excesiva potencia para esta labor. El más recomendado es el uso de un buldózer D5 de aplicación especial con el implemento de peine-fleco para eliminar vegetación y piedras. En caso de ser necesario se puede hacer uso de motosierras y bueyes para eliminar de igual manera la vegetación y eliminar las piedras que sean posibles (Figura 26).

Diseño y trazo de la finca: El diseño del área y división de los lotes se hacen con relación a longitud y orientación de los surcos basándose en las curvas a nivel. Se toman en cuenta los factores de cosecha, riego, drenaje y lavado de suelo por exceso de lluvias.

El diseño óptimo es orientar los surcos siguiendo las curvas a nivel. Se recomienda orientar los lotes y los surcos de manera que disminuyan de la mejor manera posible las pendientes del terreno ya que la degradación de los suelos aumenta y las labores de campo se dificultan al situar un lote con una pendiente excesiva. Se debe tomar en cuenta la facilidad de ingreso, monitoreo, identificación, acceso a maquinaria de cosecha, labores, transporte y en su efecto considerar el ingreso de mano de obra (Figura 54).

Desbasurado y requema: Se quema la basura de residuos vegetales que ha quedado en el campo y basura de cultivos anteriores, en caso de renovación del cañal pueden ser residuos de caña.

3.3.3.2 Preparación del terreno

Subsuelo: Esta labor se realiza a los 20-25 días después de la aplicación de herbicida, se utiliza un tractor de alta potencia 280 a 400 hp al motor con un implemento subsolador parabólico de 3 ó 5 brazos separados de 0.75 a 1 metro. El implemento a utilizar, el número de brazos, el tipo de brazos, la separación entre brazos y la profundidad de aplicación dependerán de las condiciones específicas de cada terreno y basado en un estudio del área o utilizando calicatas. La profundidad comúnmente utilizada en suelos arcillosos en Guatemala es de 0.50 a 0.65 metros.

Se realiza una pasada paralela a los surcos ya existentes, en caso de realizar una segunda pasada esta debe realizarse a un ángulo de 45 grados con relación a la primera pasada. Cuando se utiliza un arado de cincel en lugar de subsolador se deben realizar dos pasadas en cruz, la primera siendo en sentido paralelo a los surcos. Cuando el área es nueva se determina la primera pasada de acuerdo a las condiciones de cada lugar y la segunda en cruz.

Volteo o arado: Después de recibir la recomendación según la calicata, si se debe, el volteo o arado se realiza sólo en las áreas de producción que no son manejadas en el sistema de labranza reducida. Se realiza a los 20 días después de la aplicación de herbicida con un tractor de alta potencia y un sistema de rastra pesada o rompedora. Se debe graduar el ángulo de las secciones, el implemento o un cambio de implemento con la finalidad de que ocurra la mayor inversión de suelo y a una profundidad no menor de aproximadamente 11-13" (25-35 cm). La dirección del arado o volteo debe realizarse siguiendo el sentido de los surcos (Figuras 27 y 28).

Pulido o pase de rastra: Esta actividad se debe llevar a cabo como mínimo unos 15 días después del arado, se debe utilizar un sistema de rastras livianas especiales para esta actividad. La velocidad del tractor al momento de pulir el suelo debe ser de 8 a 10 km/h y se debe trabajar en dirección transversal al arado. El suelo debe quedar bien mullido para así poder realizar con más facilidad las actividades que siguen en el manejo de la caña, asimismo, para poder realizar una buena cobertura de la semilla al momento de la siembra (Figuras 28 y 29).

Surcado: La labor de surcado se realiza inmediatamente después de realizar el pulido, para llevar a cabo esta actividad eficientemente el pulido debe dejar el suelo sin presencia

de partículas grandes, lo cual dificulta el surcado. Se lleva a cabo con un tractor de alta potencia y un implemento que consta de unos vertedores o surcadores que abren los surcos, el número de vertedores está relacionado a la potencia del tractor. Se recomienda utilizar implementos con marcadores y con tolvas para aplicar fertilizante e insecticida, lo cual evita el uso de ayudantes para la dirección del piloto del tractor ya que es importante que el surcado quede recto, de igual manera se puede utilizar maquinaria menos tecnificada obteniendo resultados similares. El distanciamiento es de 1.50 metros, la dirección de los surcos debe ser realizada en función del diseño realizado previamente del terreno, el cual debe estar enfocado a la mejor conservación de los suelos, el ambiente y la eficiencia de manejo (Figuras 30 y 31).

Estaquillado: El estaquillado se realiza unos dos días antes de la siembra, la forma comúnmente usada es de 12 metros entre estacas y unos 10 surcos de separación entre líneas de estacas. Los 12 metros de distancia se deben poder cubrir con un sólo paquete de semillas que se recomienda tenga unos 30 esquejes y 50-60 cm de largo cada uno. La principal función del estaquillado es guiar a los sembradores, mantener un orden en la plantación, facilitar la distribución y el pago de los sembradores.

3.3.3.3 Semilleros

Semillero básico: Un semillero básico es el que se establece con el objetivo de proporcionar semilla para el semillero comercial, éste debe establecerse en lugares libres de caña voluntaria, en un suelo bien mullido, con riego y libre acceso. Además debe encontrarse cercano al lugar donde se establecerá el semillero comercial. Debe estar sin riesgo a la aplicación de madurantes. El suelo no debe estar muy húmedo al momento de la cosecha.

El tratamiento térmico se realiza en semilleros, para las regiones con similares condiciones climatológicas a las de la región centroamericana, estos semilleros son establecidos en diciembre y agosto. Es recomendable sumergir los esquejes en agua a 51 °C durante 10 minutos seguido de un reposo en agua a temperatura ambiente de 8 a 12 horas, luego se sumerge nuevamente en agua a 51 °C durante una hora. A los esquejes tratados térmicamente se les debe aplicar un fungicida para prevenir pérdidas y mantener el rendimiento deseado. El tamaño de los esquejes debe ser de 2 - 3 pulgadas de largo y se siembran 3 - 4 por metro lineal, tapando con unos 3 cm de suelo mullido.

Semillero comercial: El establecimiento de un semillero comercial, para las regiones con similares condiciones climatológicas a las de la región centroamericana, debe hacerse en los meses de abril y mayo para las renovaciones de la época seca y para las renovaciones de época lluviosa en los meses de agosto y septiembre. Después del corte de la semilla se deben realizar paquetes para facilitar el transporte, conteo y distribución en el campo, se recomienda utilizar un número de semillas por paquete adecuado a las proporciones de la producción. Antes de iniciar el corte en los semilleros se recomienda realizar una práctica preventiva de desinfección de los machetes con yodo al 5% (Figura 32).

Corte de semilla: Uno a dos días antes de la siembra planificada para un lote o finca, se realiza el corte de las semillas en los semilleros que hayan alcanzado de 8 a 10 meses de

edad y se realizan los paquetes de 30 esquejes, que tengan aproximadamente unos 50-60 cm, con los cuales se debe llenar los 12 metros del estaquillado. Los esquejes deben ser de buena calidad y deben estar en buenas condiciones morfológicas, con una cantidad de yemas florales de 3 a 5 por esqueje (Figuras 32 y 33).

Transporte de semilla: En caso que sea necesario la semilla debe transportarse un día antes de la siembra, se puede llevar en jaulas o en plataformas con el fin de poder transportar las semillas al lugar de siembra previamente esquilado para así facilitar la distribución y el sembrado más eficiente y veloz.

Colocación de la semilla: Se distribuye en las cabeceras de los lotes y en áreas ubicadas estratégicamente, con el fin de agilizar la distribución, se debe dejar los paquetes lo más cercano posible y con el cuidado de no dañar las yemas y los paquetes. Antes del día de siembra los paquetes deben quedar distribuidos de tal manera que los sembradores no tengan ningún problema con la recolección y distribución de la semilla (Figura 34).

3.3.3.4 Siembra

Distribución de la semilla: Se debe colocar un paquete de esquejes en cada 12 metros lineales, se debe colocar en la forma en que mejor se acomode a las condiciones de suelo y a la densidad que se desea obtener. Para los paquetes de 30 esquejes se recomienda que éstos sean colocados en forma de cadena simple con un traslape de 15-20 % y así lograr alcanzar exactos los 12 metros sin que sobre ni falte semilla ($30 * 0.50 \text{ m} = 15 \text{ m} - 20\% = 12 \text{ m}$).

Tapado de semilla: Se debe realizar un buen tapado de la semilla con el fin de obtener un alto número de yemas germinadas y alcanzar los rendimientos en población deseados en la planificación. Para obtener el mejor tapado de la semilla, el suelo debe estar bien mullido y libre de partículas grandes como terrones grandes de suelo o piedras los cuales crearán burbujas de aire y deficiencia de humedad a las yemas que no estén bien tapadas con suelo mullido. Por lo que la práctica de pulido del suelo es bastante importante y se debe tener un alto control de calidad al momento de realizar la preparación del suelo.

3.3.3.5 Manejo Integrado de Plagas

Las plagas que representan una amenaza al cultivo y el manejo integrado de plagas se encuentra en el apéndice número 1.

3.3.3.6 Herbicidas

Aplicación de herbicidas: Es importante recordar que según la variedad existe un período crítico de presencia de malezas para la caña, variando desde los 30 a 90 días después de siembra o de cosecha anterior (Subirós, 1995). La aplicación de herbicidas en áreas nuevas se hace con el propósito de eliminar pastos, donde se van a establecer los semilleros básico y comercial. En labranza reducida se aplica herbicida para eliminar la cepa de la caña que sale al espacio entre surcos. Se recomienda mezclar herbicida con adherentes para mejorar su efectividad.

La mejor aplicación de herbicida se logra con la utilización de bombas de mochila de presión constante con un volumen aproximado de unos 185-190 litros de agua por hectárea. El herbicida para labranza reducida debe aplicarse dirigido al surco donde está la cepa vieja del cultivo anterior, unos 30 días después del corte o cuando esta cepa llegue aproximadamente a unos 20-30 cm de alto (Figura 36).

Herbicida pre-emergente: El herbicida pre-emergente se debe aplicar a los 11-13 días después de la siembra, se puede aplicar con mochilas de presión constante, con tractor o con aeronave. La aplicación debe ser dirigida al surco con traslape en la mesa, ésta debe realizarse un día después del riego, en áreas sin riego deberá tenerse condiciones adecuadas de humedad. El herbicida pre-emergente que se utiliza depende de las condiciones de cada lote o finca, de las diferentes malezas que se encuentran en cada región y la severidad de los ataques por finca o lote (Figuras 36, 37, 38 y 39).

Herbicida post-emergente: El herbicida post-emergente se debe aplicar a los 61-66 días después de la siembra, se puede aplicar con mochilas de presión constante, con tractor o con aeronave. La aplicación debe ser dirigida al surco con traslape en la mesa, ésta debe realizarse también un día después del riego. El herbicida post-emergente que se utiliza depende de las condiciones de cada lote o finca, de las diferentes malezas que se encuentran en cada región y la severidad de los ataques por finca o lote (Figuras 42, 43 y 44).

3.3.3.7 Inhibidores de floración

Los inhibidores de floración deben aplicarse a variedades tempranas y floreadoras, las cuales son cosechadas en el último período de la zafra. Las plantaciones que sean destinadas para aplicar inhibidores de floración deben de tener una edad mayor de 4 meses, ya que a esta edad las variedades floreadoras entran en un período de inducción floral. La temporada de aplicación de inhibidores de floración para estas variedades es en los meses de agosto a septiembre (Figura 42 y 43).

Para una buena aplicación se deben de presentar las condiciones óptimas de una humedad relativa de más de 75 %, temperatura menor a 27 °C, viento de 3 a 5 Km/hora, la cobertura con avión sea de aproximadamente 20 metros y con helicóptero de 16 metros a una altura de vuelo de 3 metros. Para una aplicación más efectiva se recomienda usar adherente en la aplicación.

3.3.3.8 Madurantes

Los madurantes son herbicidas que a determinadas dosis trabajan como reguladores de crecimiento, optimizan los procesos fisiológicos de la planta, aumentan la concentración de sacarosa en los tallos (Figura 43).

Actúan directamente en los meristemos apicales de las plantas y catalizan las enzimas responsables de la acumulación de sacarosa inhibiendo parcialmente el crecimiento. Estos

herbicidas usados para concentrar azúcares en el cultivo de la caña de azúcar son aplicados foliarmente entre 40-45 días antes de la cosecha. (La Unión S.A, 2002)

3.3.3.9 Fertilización

La fertilización del cultivo de caña es una práctica que hasta hace poco no se había considerado importante dentro del manejo del cultivo, en áreas con riego y sin problemas de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*), se fertiliza inmediatamente después del primer riego o incorporado de 5 a 9 días después del corte. Pueden elaborarse calendarios de aplicación, mezcla y dosis independiente y específico para cada finca o lote, en áreas de riego con presencia de chinche salivosa, fertilizar de 20 a 30 días después del corte. La estructuración de un calendario de aplicación de fertilizante debe ser estrictamente basado en un análisis de las condiciones individuales de cada finca y un análisis de suelos, para poder así dar las mejores recomendaciones de fertilizantes a aplicar en cada área individual o por grupos y regiones (Figura 45).

Las principales mezclas de fertilizantes que se utilizan en caña son nitrógeno, fósforo, potasio y azufre. Las mezclas y cantidades son específicas para cada finca dependiendo de los requerimientos y el manejo del cultivo.

Como recomendación de ensayo se debe aplicar el 50 % del fertilizante sobre la cepa en forma mecánica, el fertilizante debe ser aplicado con abono-cultivadora de discos y sin cinceles. La rastra debe cultivar de forma que entierre el fertilizante sin ser un aporque exagerado que deje surcos que puedan erosionarse. El otro 50 % se debe aplicar con abono-cultivadora de cinceles, incorporando el fertilizante en la mesa lo más cercano posible al surco de caña.

Fertilización por avión: Se realiza en los lotes y fincas que no se han fertilizado según los proyectos de productividad, formulado independientemente para cada finca y que tengan menos de 180 días después del corte o siembra. Los factores que se toman en consideración para la fertilización aérea con sulfato son: edad del cultivo, densidad de población, número de cortes, número de riegos, variedad y tipo de suelos. Las áreas que son tomadas en cuenta en este análisis, deben estar libres de malezas en el momento de la aplicación (Figura 42).

El estaquillado es a cada 18 metros para aviones Trush y Turbo Trush, la capacidad para cada avión es de 20 a 24 quintales Trush y para Turbo Trush 24 a 40 quintales. La cantidad de quintales por vuelo basada en función del área, el largo de la pista y el número de vuelos del bloque, finca o área a aplicar. La altura de vuelo es de 3 a 4 metros sobre la caña, verificando el traslape del abono entre pasadas.

El horario para aplicación es de 6:00 am hasta 5:00 ó 6:00 pm. La aplicación se suspende si en 4 días no llueve. Dos días antes de la aplicación deben elaborarse los mapas con las áreas y listado de lotes o fincas que se aplicarán con el propósito de diseñar los recorridos de vuelo, formulaciones y carga por vuelo.

Fertilización para labranza reducida

En el sistema tradicional de CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar), el herbicida para labranza reducida se aplica de 30-35 días después del corte cuando la cepa alcance 40-45 cm de altura, debe ser dirigido al surco y puede realizarse con mochila de presión constante o con aguilón y tractor.

Bomba de Mochila: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha, o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla TK-105, ubicada a la altura del ápice, aproximadamente a 40 cm del suelo. Se debe asegurar la aplicación del producto sobre el material vegetal y no sobre la mesa. En aguas con alto contenido de sales (dureza mayor a 150 ppm) se debe tratar el agua y si llueve antes de la tercer hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse.

Aplicación con Aguilón: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha, o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla de presión constante, la selección dependerá de las condiciones del área, equipo y producto. En CENGICAÑA recomiendan la XR-11002, ubicadas a la altura del ápice aproximadamente a 40 cm del suelo, debe aplicarse todo el producto en el material vegetal y no en la mesa, asegurándose que la boquilla quede al centro del surco cuando el distanciamiento entre surcos es uniforme a 1.50 m, de lo contrario deberá aplicarse con bomba de mochila.

El tractor deberá tener una velocidad de desplazamiento de 6-7 km/h para una óptima aplicación. La presión de operación debe ser entre 25-40 PSI. El aguas con alto contenido de sales (dureza mayor de 150 ppm) debe tratarse. Si llueve antes de la tercera hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse.

Incorporación de cepas y fertilizante: A los 50-55 días después de la siembra se incorporan las cepas del cultivo anterior, efectuando simultáneamente la fertilización complementaria de acuerdo a las especificaciones individuales de cada lote o finca (Figura 46).

Fertilización en la siembra: Cuando el surcado es realizado con surcadores sencillos y no se fertiliza al momento de la siembra, se debe aplicar el fertilizante asegurándose que quede en el fondo del surco, haciéndolo en forma manual y al voleo. Se puede realizar un surco a la vez con el uso del sistema del saco de polietileno al hombro o con mochila de gravedad se pueden fertilizar dos surcos simultáneamente.

Fertilización complementaria: En algunos casos se realiza una fertilización complementaria a los cañales con el fin de aumentar el rendimiento de los mismos. Esta aplicación se realiza entre los días 55 a 60 después de la siembra, en caso que se realice ésta aplicación se debe tomar en cuenta los análisis de suelo y el plan de fertilización elaborado antes de la siembra. Se utilizan tractores de llanta, potencia moderada de 100 a 120 HP y un sistema de tolvas y discos dentados, con una velocidad de aplicación de 8 a 10 km/h (Figura 45).

3.3.3.10 Despeje de rondas

Esta labor se realiza a finales de la época lluviosa con la finalidad de limpiar las rondas que se han enmalezado en el invierno. Se utiliza un tractor de baja potencia 60-100 hp y se usa el implemento despejador de rondas.

Químico: Con bombas de mochila o con mochilas de presión constante debe aplicarse un volumen de aproximadamente 280 l/ha de descarga. Utilizar un equipo de aplicación no mayor de 10 personas utilizando Round up y adherente para aumentar la eficiencia de la aplicación.

Manual: Manualmente deben mantenerse limpios los caminos y perímetros de los cañales para así mantener baja la proliferación de las malezas y para evitar los hospederos de plagas. Para esta labor es recomendable trabajar con machetes, limas o chapeadoras (machete de agricultor), se debe realizar un buen trabajo en poco tiempo para cubrir áreas grandes y con bajos recursos humanos. El uso de azadón no es apropiado para grandes extensiones aunque el trabajo sea más limpio (Figura 40).

Mecánico: Para esta labor no se deben utilizar tractores de alto despeje o high crop, se usan los de potencia baja entre 60-100 HP, halando una chapeadora que más se acomode a las condiciones del terreno y de la finca.

3.3.3.11 Drenaje

Para suelos francos es importante mantener un buen control del agua superficial debido a que ésta no escurre con la facilidad que escurre en suelos de mayor porosidad. Se debe elaborar un buen manejo de drenajes para prevenir enfermedades y pudriciones en los cañales.

Drenaje por parcelas: Debe hacerse con recomendación de instrumentos topográficos, esta práctica tiene como finalidad la evacuación del agua superficial de los lotes hacia la red de drenaje de la finca, se realiza conformando un surco a una profundidad aproximada de 30 ó 35 cm utilizando generalmente un tractor de oruga serie D4-H y un zanjeador de tres puntos de enganche. De igual manera se puede realizar manualmente la práctica o con bueyes en caso de no tener acceso a maquinaria o al terreno con el equipo mecánico. Debe realizarse en las zonas de relieve bajo para eliminar el agua que se encuentra a nivel del surco, para esta práctica el personal de finca con experiencia en esta labor y con experiencia específica en cada finca, puede ayudar en caso que no se tenga instrumentos topográficos.

Red de drenaje: Este trabajo requiere un adecuado diseño por parte de los técnicos de la finca, debe realizarse en áreas con problemas de drenaje elaborando curvas a nivel, éstas nos orientarán hacia dónde se debe realizar la construcción del drenaje. La red de drenaje se debe diseñar con la finalidad de lograr drenar el agua sub-superficial y superficial recolectada en la red de drenaje de las parcelas. Para su construcción se utilizan excavadoras y tractores de oruga con buldózer.

3.3.3.12 Cosecha

La cosecha se lleva a cabo durante todo el período de zafra de los Ingenios, en caso de ser productor particular puede cosechar con maquinaria y personal del Ingenio al que se entrega la caña, para el caso de un ingenio ésta actividad corresponde al departamento de cosecha y transportes (Figuras 19, 21 y 22).

3.3.4 Suelos franco-arcillosos a arcillosos sin acceso a riego. Caña de Rebrote

3.3.4.1 Desbasurado y requema: En la cosecha de maletas se desbasura en forma mecánica con tractor y con un implemento desbasurador o peine y luego se requema inmediatamente. En la cosecha a granel se requema la basura que va quedando atrás después de la cosecha y se acomoda en filas o chorras para facilitar su combustión.

3.3.4.2 Manejo integrado de plagas

Las plagas que representan una amenaza al cultivo y el manejo integrado de plagas se encuentra en el apéndice número 1.

3.3.4.3 Fertilización

La fertilización del cultivo de caña es una práctica que hasta hace poco no se había considerado importante dentro del manejo del cultivo, en áreas con riego y sin problemas de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*), se fertiliza inmediatamente después del primer riego o incorporado de 5 a 9 días después del corte. Pueden elaborarse calendarios de aplicación, mezcla y dosis independiente y específico para cada finca o lote, en áreas de riego con presencia de chinche salivosa fertilizar de 20 a 30 días después del corte. La estructuración de un calendario de aplicación de fertilizante debe ser estrictamente basado en un análisis de las condiciones individuales de cada finca y un análisis de suelos, para poder así dar las mejores recomendaciones de fertilizantes a aplicar en cada área individual o por grupos y regiones (Figura 45).

Las principales mezclas de fertilizantes que se utilizan en caña son nitrógeno, fósforo, potasio y azufre. Las mezclas y cantidades son específicas para cada finca dependiendo de los requerimientos y el manejo del cultivo.

Como recomendación de ensayo se debe aplicar el 50 % del fertilizante sobre la cepa en forma mecánica, el fertilizante debe ser aplicado con abono-cultivadora de discos y sin cinceles. La rastra debe cultivar de forma que entierre el fertilizante sin ser un aporque exagerado que deje surcos que puedan erosionarse. El otro 50 % se debe aplicar con abono-cultivadora de cinceles, incorporando el fertilizante en la mesa lo más cercano posible al surco de caña.

La fertilización del cultivo se debe realizar aproximadamente 5-10 días antes del cierre*, se usa tractor y un implemento o abono-cultivadora de discos dentados, no lisos porque es

necesario que el fertilizante aplicado quede en el suelo y no sobre la basura dejada por la cosecha anterior. La velocidad de operación es de 8-10 km/h.

* cierre: el cierre del cultivo es el momento en que la caña de azúcar alcanza un tamaño en el cual las hojas de la caña se juntan con las hojas de las otras cañas, causando un efecto de techo, tapado o cerrado que dificulta el ingreso de la luz a la superficie del suelo.

Fertilización por avión: Se realiza en los lotes y fincas que no se han fertilizado según los proyectos de productividad, formulado independientemente para cada finca y que tengan menos de 180 días después del corte o siembra. Los factores que se toman en consideración para la fertilización aérea con sulfato son: edad del cultivo, densidad de población, número de cortes, número de riegos, variedad y tipo de suelos. Las áreas que son tomadas en cuenta en este análisis, deben estar libres de malezas en el momento de la aplicación (Figura 42).

El estaquillado es a cada 18 metros para aviones Trush y Turbo Trush, la capacidad para cada avión es de 20 a 24 quintales Trush y para Turbo Trush 24 a 40 quintales. La cantidad de quintales por vuelo está basado en función del área, el largo de la pista y el número de vuelos del bloque, finca o área a aplicar. La altura de vuelo es de 3 a 4 metros sobre la caña, verificando el traslape del abono entre pasadas.

El horario para aplicación es de 6:00 am hasta 5:00 ó 6:00 pm. La aplicación se suspende si en 4 días no llueve. Dos días antes de la aplicación deben elaborarse los mapas con las áreas y listado de lotes o fincas que se aplicarán con el propósito de diseñar los recorridos de vuelo, formulaciones y carga por vuelo.

Fertilización para labranza reducida

En el sistema tradicional de CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar), el herbicida para labranza reducida se aplica de 30-35 días después del corte cuando la cepa alcance 40-45 cm de altura, debe ser dirigido al surco y puede realizarse con mochila de presión constante ó con aguilón y tractor.

Bomba de Mochila: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha, o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla TK-105, ubicada a la altura del ápice, aproximadamente a 40 cm del suelo. Se debe asegurar la aplicación del producto sobre el material vegetal y no sobre la mesa. En aguas con alto contenido de sales (dureza mayor a 150 ppm) se debe tratar el agua y si llueve antes de la tercer hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse.

Aplicación con Aguilón: Se aplica Round up Max de 2.20 a 2.40 kg/ha, o equivalentes como Agrostín Súper, Inex, etc. Éstos se aplican en una mezcla de 120 l/ha, para lo cual se utiliza una boquilla de presión constante, la selección dependerá de las condiciones del área, equipo y producto. En CENGICAÑA recomiendan la XR-11002, ubicadas a la altura del ápice aproximadamente a 40 cm del suelo, debe aplicarse todo el producto en el material vegetal y no en la mesa, asegurándose que la boquilla quede al centro del surco

cuando el distanciamiento entre surcos es uniforme a 1.50 m, de lo contrario deberá aplicarse con bomba de mochila.

El tractor debe tener una velocidad de desplazamiento de 6-7 km/h para una óptima aplicación. La presión de operación debe estar entre 25-40 PSI. El agua con alto contenido de sales (dureza mayor de 150 ppm) debe tratarse. Si llueve antes de la tercera hora después de la aplicación, ésta tendrá que repetirse.

3.3.4.4 Despeje de rondas

Esta labor se realiza a finales de la época lluviosa con la finalidad de limpiar las rondas que se han enmalezado en el invierno. Se utiliza un tractor de baja potencia 60-100 hp y se usa el implemento despejador de rondas.

Químico: Con bombas de mochila o con mochilas de presión constante debe aplicarse un volumen de aproximadamente 280 l/ha de descarga. Utilizar un equipo de aplicación no mayor de 10 personas utilizando Round up y adherente para aumentar la eficiencia de la aplicación.

Manual: Manualmente deben mantenerse limpios los caminos y perímetros de los cañales para así mantener baja la proliferación de las malezas y para evitar los hospederos de plagas. Para esta labor es recomendable trabajar con machetes, limas o chapeadoras (machete de agricultor), se debe realizar un buen trabajo en poco tiempo para cubrir áreas grandes y con bajos recursos humanos. El uso de azadón no es apropiado para grandes extensiones aunque el trabajo sea más limpio (Figura 40).

Mecánico: Para esta labor no se debe utilizar tractores de alto despeje o high crop, se usan los de potencia baja entre 60-100 HP, halando una chapeadora que más se acomode a las condiciones del terreno y de la finca.

3.3.4.5 Limpia manual y mecánica

Se realiza una limpia manual en el surco después de la fertilización para reducir el crecimiento acelerado de las malezas debido al fertilizante y reducir competencia al cultivo. Manualmente se realiza un arranque o limpia dependiendo de la predominancia de malezas, se hace al surco y toda la maleza se saca a las rondas donde luego serán quemadas, principalmente la caminadora es controlada de esta manera (Figuras 40 y 41).

Para la limpia mecánica se utiliza un tractor y una rastra de discos dentados de alto despeje a una velocidad de 8-10 km/h.

3.3.4.6 Herbicidas

Aplicación de herbicidas: Es importante recordar que según la variedad existe un período crítico de presencia de malezas para la caña, variando desde los 30 a 90 días después de siembra o de cosecha anterior (Subirós, 1995). La aplicación de herbicidas en áreas nuevas se hacen con el propósito de eliminar pastos, donde se van a establecer los

semilleros básico y comercial, para el caso de labranza reducida se aplican para eliminar la cepa de la caña que sale al espacio entre surcos. Se recomienda mezclar herbicida con adherente para mejorar su efectividad.

La mejor aplicación de herbicida se logra con la utilización de bombas de mochila de presión constante con un volumen aproximado de unos 185-190 litros de agua por hectárea. El herbicida para labranza reducida debe aplicarse dirigido al surco donde está la cepa vieja del cultivo anterior, unos 30 días después del corte o cuando esta cepa llegue aproximadamente a unos 20-30 cm de alto (Figura 36).

Herbicida post-emergente: El herbicida post-emergente se debe aplicar a los 61-66 días después de la siembra, se puede aplicar con mochilas de presión constante, con tractor o con aeronave. La aplicación debe ser dirigida al surco con traslape en la mesa, ésta debe realizarse también un día después del riego. El herbicida post-emergente que se utiliza depende de las condiciones de cada lote o finca, de las diferentes malezas que se encuentran en cada región y la severidad de los ataques por finca o lote (Figuras 42, 43 y 44).

3.3.4.7 Inhibidores de floración

Los inhibidores de floración deben aplicarse en las variedades tempranas y floreadoras, las cuales son cosechadas en el último período de la zafra. Las plantaciones que sean destinadas para aplicar inhibidores de floración deben tener una edad mayor de 4 meses, ya que a esta edad las variedades floreadoras entran en un período de inducción floral. La temporada de aplicación de inhibidores de floración para éstas variedades varía según la época de siembra pero oscila comúnmente entre los meses de agosto a septiembre (Figura 42 y 43).

Para una buena aplicación deben presentarse las condiciones óptimas de humedad relativa (más de 75 %), temperatura menor a 27 °C y viento de 3 a 5 km/h. La cobertura con avión debe ser de aproximadamente 20 metros y con helicóptero de 16 metros a una altura de vuelo de 3 metros. Para una aplicación más efectiva se recomienda usar adherente en la aplicación.

3.3.4.8 Madurantes

Los madurantes son herbicidas que a determinadas dosis trabajan como reguladores de crecimiento, optimizan los procesos fisiológicos de la planta y aumentan la concentración de sacarosa en los tallos (Figura 43).

Actúan directamente en los meristemos apicales de las plantas y catalizan las enzimas responsables de la acumulación de sacarosa inhibiendo parcialmente el crecimiento. Estos herbicidas usados para concentrar azúcares en el cultivo de la caña de azúcar son aplicados foliarmente entre 40-45 días antes de la cosecha (La Unión S.A, 2002).

3.3.4.9 Drenaje

Para suelos francos es importante mantener un buen control del agua superficial debido a que ésta no escurre con la facilidad que escurre en suelos de mayor porosidad. Se debe elaborar un buen manejo de drenajes para prevenir enfermedades y pudriciones en los cañales.

Drenaje por parcelas: Debe hacerse con recomendación de instrumentos topográficos, esta práctica tiene como finalidad la evacuación del agua superficial de los lotes hacia la red de drenaje de la finca, se realiza conformando un surco a una profundidad aproximada de 30 ó 35 cm utilizando generalmente un tractor de oruga serie D4-H y un zanjeador de tres puntos de enganche. De igual manera se puede realizar manualmente la práctica o con bueyes en caso de no tener acceso a maquinaria o al terreno con el equipo mecánico. Debe realizarse en las zonas de relieve bajo, para eliminar el agua que se encuentra a nivel del surco, para esta práctica el personal de finca con experiencia en esta labor y con experiencia específica en cada finca, puede ayudar en caso que no se tenga instrumentos topográficos.

Red de drenaje: Este trabajo requiere un adecuado diseño por parte de los técnicos de la finca, debe realizarse en áreas con problemas de drenaje elaborando curvas a nivel, éstas nos orientarán hacia dónde se debe realizar la construcción del drenaje. La red de drenaje se debe diseñar con la finalidad de lograr drenar el agua sub-superficial y superficial recolectada en la red de drenaje de las parcelas. Para su construcción se utilizan excavadoras y tractores de oruga con buldózer.

3.3.4.10 Cosecha

La cosecha se lleva a cabo durante todo el período de zafra de los Ingenios, en caso de ser productor particular puede cosechar con maquinaria y personal del Ingenio al que se entrega la caña, para el caso de un ingenio ésta actividad corresponde al departamento de cosecha y transportes (Figuras 19, 21 y 22).

4. APÉNDICES

4.1 PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Se muestra el manejo integrado de las siete plagas más importantes en el cultivo de la caña de azúcar, además, es importante recalcar que las enfermedades actualmente no representan un problema económico porque las variedades son resistentes a la mayoría de las enfermedades.

4.1.1 PLAGAS DEL SUELO

Existen actualmente 3 plagas que atacan a la raíz con mucha importancia económica, el gusano alambre *Agriotes sp.*, la gallina ciega *Phyllophaga spp.* y la chinche hedionda *Scaptocoris talpa*. Según Cañamip (Comité de manejo integrado de plagas en caña de azúcar, Guatemala) estas plagas deben manejarse basados en el manejo integrado de plagas MIP, implementando una serie de técnicas fundamentadas en biología y la fluctuación poblacional de las plagas de forma que no ocurran infestaciones sorpresivas.

Cada una de ellas será de mayor importancia según la elevación de la finca sobre el nivel del mar y las características propias de los terrenos, se recalca la importancia del conocimiento de la biología y ecología de cada una de ellas para poder implementar un Manejo Integrado de Pagas.

El control de las plagas del suelo se dificulta debido a que éstas se esconden entre las raíces, los estratos profundos del suelo y en restos de cosecha. Cuando suceden infestaciones severas se observan síntomas externos de amarillamiento y retardo en el crecimiento normal del cultivo, por ello el MIP es suma importancia ya que sugiere una serie de técnicas fundamentadas en la biología y fluctuación poblacional de las plagas, de forma que no ocurran infestaciones sorpresivas.

El monitoreo de las poblaciones es una actividad importante a implementar y mantener en el cultivo de la caña de azúcar con el propósito de hacer un uso racional de los insecticidas, recurriendo a éstos únicamente para mantener las poblaciones por debajo del nivel de daño económico. Las medidas preventivas asociadas a las labores mecanizadas, determinación del umbral económico, así como la búsqueda e implementación del control biológico, serán las líneas de investigación a corto y mediano plazo implementadas por el productor, la asociación de cañeros o el ingenio.

Las tres plagas antes mencionadas, de mucha importancia en los suelos de la finca serán descritas desde el nivel de ecología y biología de cada una de ellas, así:

4.1.1.1 GALLINA CIEGA *Phyllophaga spp*

Los géneros que se han reportado en el cultivo de la caña, dentro de la familia Scarabaeidae y subfamilia Melolonthidae son *Phyllophaga*, *Anomala*, *Cyclocephala* y *Lingyrus* (King, 1994). Por su parte Coto (1994) indica que solo las especies rizófagas estrictas, como sucede con la mayoría de las especies del género *Phyllophaga*, son las que causan daño en los cultivos agrícolas. Además, King (1994) indica que cuatro especies son las más importantes, dentro de ellas *Phyllophaga menetriesi*, *P. vicina*, *P. elenans* y *P. parvisetis*.

Existen variaciones en los hábitos alimenticios, clasificándose de rizófagos con raíces, saprófagos con materia orgánica muerta o facultativa con el consumo de ambos. Los adultos se alimentan de hojas y brotes tiernos, néctar y los botones de las flores.

Según CENGICANÁ (2000), dependiendo de la especie de gallina ciega el ciclo de vida dura de 8 a 16 meses, sin embargo, en algunos casos puede llegar hasta 24. Las larvas permanecen en el suelo, especialmente en los primeros 30 cm de profundidad, alimentándose de las raíces.

El daño se manifiesta con mayor intensidad en los meses de agosto a octubre, cuando las larvas se encuentran en el tercer estadio que es el más voraz. Los adultos emergen de sus cápsulas y aparecen en los campos de cultivo en el período de abril a junio, que coincide con el inicio y establecimiento de la época lluviosa en Centro América (Macz, *et al.* 2000).



Figura 2. Larva y adultos de la plaga del suelo *Phyllophaga spp.* (University of Nebraska, 2002).

Los adultos, ilustrados en la figura 2, salen en forma masiva a copular y ovipositar en grupos de 10 a 14 huevos en el suelo a profundidad de 2 a 10 cm. Cada hembra tiene potencial de poner hasta 200 huevos, y en estado adulto ambos, el macho y la hembra, pueden vivir hasta dos meses y son fuertemente atraídos por la luz artificial, característica que se aprovecha para su captura.

La magnitud del daño depende del número de larvas que afecten la cepa de la caña, cuando se producen infestaciones severas es muy frecuente observar grandes cantidades en el interior de la cepa al dejarla desprovista de raíces, se reduce la capacidad de absorción de agua, minerales y nutrimentos, lo que retarda el crecimiento y limita la producción potencial y la obtenible. El daño en las cepas es la pérdida de anclaje, propiciando fácil arranque de las mismas por el viento o la maquinaria en las labores del cultivo, produciéndose en consecuencia una disminución en las poblaciones de tallos de la caña en la soca o rebrote (ASOCANA, 1994). Además, las heridas que ocasiona facilitan el ingreso de agentes infecciosos como hongos, bacterias y nematodos.

4.1.1.2 CHINCHE HEDIONDA Scaptocoris talpa

La chinche hedionda pertenece al orden Hemiptera y familia Cydnidae. El adulto se caracteriza por poseer un exoesqueleto ancho, extenso, redondeado o triangular, con el ápice aplastado y generalmente de color café oscuro a negro. Geográficamente se encuentra distribuido en México, Guatemala y Honduras (Carrillo, 1996).

Las hembras ponen huevos cerca de la raíz de la caña y otras plantas silvestres, las ninfas recién nacidas se movilizan a través de la tierra y llegan al sistema radicular para succionar la savia, lo que provoca un crecimiento lento y delgado de los tallos. Los adultos pasan fácilmente de una cepa a otra sin salir del suelo, debido a sus patas típicamente excavadoras. Una alta infestación en caña de 2 a 4 meses de edad produce un amarillamiento del follaje y la muerte paulatina del mismo.

Estudios de la fluctuación poblacional indican que la mayor densidad poblacional de adultos se observa en el período de mayo a septiembre (Macz, *et al.*, 2000). En aquellas áreas con mayor incidencia de esta plaga deben hacer un muestreo hasta los 60 cm de profundidad, ya que con ello se garantiza un sondeo de más del 75 % de las ninfas y adultos, una característica asociada a la presencia de esta plaga en el suelo es el olor que despiden cuando se hacen un muestreo suelos aun con el uso del tubo hoffer.

4.1.1.3 GUSANO ALAMBRE Agriotes sp y Conoderus sp

Pertenecen al orden Coleóptera y la familia Elateridae. El género *Agriotes* tiene mayor presencia a alturas mayores a los 300 metros sobre el nivel del mar, la fluctuación poblacional indica que la mayor densidad poblacional ocurre en los meses de mayo a julio (Macz, *et al.*, 2000).

Las larvas son alargadas, cilíndricas, cuerpo endurecido y de color amarillo marrón a café, Figura 3. Los adultos son alargados y al ser colocados de espalda pueden dar un salto de varios centímetros y producir al mismo tiempo un fuerte “cric o clic”. Las larvas siempre viven en el suelo y se alimentan de las raíces hasta transformarse en pupas. Después de 3 a 4 semanas emergen a la superficie como adultos, el ciclo biológico generalmente comprende de 2 a 3 años.



Figura 3. Larvas de gusano alambre y daño que ocasionan a la caña.

El daño lo causan las larvas, mediante la destrucción de las yemas germinativas, perforaciones en brotes de caña soca o recién cortada, y perforaciones en el punto de crecimiento de los tallos jóvenes. Esto produce una reducida germinación que obliga a realizar resiembras que aumentan los costos del establecimiento del cultivo.

4.1.2 ESTRATEGIAS DEL MANEJO INTEGRADO DE LAS PLAGAS DE LA RAÍZ

Según el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA, 2000), el manejo integrado de las plagas de la raíz en la caña de azúcar incluye las medidas culturales preventivas, uso de trampas de luz, cultivos trampa, control químico y control biológico. Todas y cada una de ellas serán descritas para su mejor entendimiento.

4.1.2.1 Cuantificaciones de Poblaciones: Los monitoreos en el período de julio a octubre deben implementarse mediante muestreos con unidades de 30 x 30 cm de superficie y 30 cm de profundidad, debajo de la cepa de la caña (Tejeda, 1993). La proporción mínima recomendada es de 2 muestras por hectárea, registrando el total de formas biológicas de los insectos, el reporte de la densidad poblacional es mediante el número de larvas/m².

En áreas donde existen severos problemas por chinche hedionda se recolectan muestras de suelo de 90 x 60 x 60 cm. Para los demás muestreos en áreas que no presenten señales de ataques muy severos por chinche hedionda se deben recolectar muestras de 90 x 60 x 40 cm.

Los niveles críticos de control se deben determinar según las características de cada área de producción, como recomendación se ha determinado que una población aproximada de 15 gallinas ciegas u 8 gusanos alambres por metro cuadrado son el máximo tolerable antes de realizar un control químico o biológico.

En el caso de semilleros, renovaciones y áreas nuevas es necesario hacer muestreos previos al establecimiento del cultivo para decidir si requiere de la incorporación de insecticida. En estos casos, será necesario ampliar las unidades de muestreo a 80 x 60 cm y una profundidad de 40 cm, utilizando la misma proporción de 2 muestras por hectárea, con distribución al azar.

4.1.2.2 Medidas preventivas: Dependiendo de las características físicas del suelo, se recomiendan las labores de arado profundo y barbecho prolongado para que el terreno se meteorice, dejando un período mínimo de 8 días entre el arado o volteo y el pase de rastra. Estas prácticas permiten una reducción de las poblaciones hasta en un 80%, por exposición de las larvas a la radiación solar y a los enemigos naturales.

4.1.2.3 Trampas de luz: El uso de los diferentes tipos de trampas de luz, ha sido eficiente en la captura de adultos de gallina ciega, logrando capturas de hasta 20,000 adultos por noche (CENGICANA, 2002). Debe implementarse con las primeras lluvias y con un período de exposición entre las 19 y 21 horas.

4.1.2.4 Cultivos trampa: Los adultos de gallina ciega tienen preferencia al alimentarse por el follaje de las Fagáceas y Leguminosas arbustivas, siendo algunas especies como el flamboyán *Caesalpinia pulcherrima*, figura 4, el jocote jobo *Spondias purpurea* y el laurel oriental, de los que se pueden utilizar en cercos y en áreas improductivas de forma estratégica para atraer a los adultos.



Figura 4. Planta de flamboyán *Caesalpinia pulcherrima* (Desert-tropicals, 2002)

Por la noche y con base en muestreos previos, se asperjan las copas de estos árboles con una solución de insecticida (Metil-paration), utilizando para ello un cañón de aplicación.

4.1.2.5 Uso de insecticidas: El empleo de insecticidas granulados al momento de la siembra es una práctica común en ciertos ingenios, se recomienda utilizar las bombas de mochila de gravedad, guantes, mascarillas y que las aplicaciones se realicen por la

mañana para evitar problemas y reacciones de insecticida con la temperatura ya que se pueden descomponer o generar altas presiones de vapor, preferiblemente debemos evitar aplicaciones excepto con altas infestaciones de plagas del suelo.

Esta práctica solo permite proteger las yemas germinativas de la acción del gusano alambre y no tienen persistencia suficiente para eliminar las primeras infestaciones de larvas de gallina ciega y chinche hedionda que se producen con las primeras lluvias. El uso de nuevas formulaciones con características de liberación lenta o sistémico aplicado al pie de las cepas, puede ser opciones que mejoren la eficacia de los insecticidas.

4.1.2.6 Control Biológico: El control natural o biológico es parte de la lucha por la existencia de las especies, incluye la dependencia de un ser de otro y no solamente la vida del individuo sino su éxito para dejar prole.

El uso del control químico es poco eficiente porque requiere del contacto con la larva que se encuentra en el suelo a profundidades que oscilan entre los 25 y 60 cm. Las investigaciones en Colombia, indican que el control biológico de tipo microbial tienen mayor probabilidad de éxito, en un futuro cercano¹.

En los estudios sobre los factores de mortalidad natural, Londoño (1996) citado por CENGICANA (2000) identificó varios agentes causales como: *Bacillus popilliae* figuras 5 y 6, *Metarhizium anisopliae* figura 7, *Beauveria bassiana* (figuras 8 y 9) es también un entomopatógeno muy importante en el control de plagas del suelo. También *B. Brogniartii*, algunos nemátodos del orden *Thabaditida* y algunos parasitoides, sin embargo, *Bacillus popilliae*, parece ser el de mayor incidencia natural y el de mayor importancia.

El monitoreo de estos agentes de control, su aislamiento y las pruebas de virulencia, serán necesarias en el futuro para el control de plagas de la raíz en el cultivo de la caña de azúcar en Honduras y en todos los países productores que quieran mejorar la imagen de la producción cañera, que es actualmente acechada por los ambientalistas.

¹ LÓPEZ, A. 2002. Control Biológico en Caña de Azúcar. Jefe Depto. Plagas, Ingenio Pantaleón, Escuintla, Guatemala. Comunicación Personal.



Figura 5. Larvas de *Phyllophaga* infectadas con *Bacillus popilliae* (Saninet, 2002).



Figura 6. *Bacillus popilliae* parasitando insectos (Saninet, 2002).

Por su parte *Metarhizium anisopliae* figura 7, es el hongo entomopatógeno de mayor utilización en los ingenios, es tal su importancia que varios de ellos cuentan con su propio laboratorio de producción del hongo, en caso de no contar con los medios para la construcción de un laboratorio puede comprarse hongo, este es vendido por dosis. La llamada dosis es una bolsa en un medio hecho principalmente con arroz cocido y otros nutrimentos, la dosis es de 2.5 o 5×10^{10} conidios y es aplicada a razón de una dosis por hectárea². Este consta de 330 a 550 g de hongo puro, se disuelve en un recipiente de 20 L de agua pura y se adiciona 10 ml de un humectante no iónico, (Terco 86%, Tween 80, WK). Esta mezcla es diluida en 200 L. de agua y da cobertura para una hectárea de caña.

² UFER, C. 2002. Uso de (*Metarhizium anisopliae*) para el control de cinche salivosa en la caña de azúcar. Jefe Depto. de Investigación, Ingenio Pantaleón, Escuintla, Guatemala. Comunicación personal.



Figura 7. Larvas de barrenador de la caña de azúcar *Diatraea* spp. parasitadas por *Metarhizium anisopliae* (ARS USDA, 2002).



Figura 8. Cultivo de *Beauveria bassiana* (ARS USDA, 2002).



Figura 9. Larva sana, larva con síntomas de infección y larva muerta por *Beauveria bassiana* (ARS USDA, 2002).

4.1.3 PLAGAS DE LA CAÑA Y EL FOLLAJE

Las principales plagas del follaje y la caña han desarrollado mecanismos que puedan permitirles seguir infestando a pesar del mejoramiento genético en el que se ha trabajado para el desarrollo de nuevas variedades, la que presentan las características de poseer caña de corteza dura, hojas no susceptibles a enfermedades y poco para las plagas más importantes.

Actualmente las plagas de importancia económica en este cultivo son: Chinche Salivosa *Aenolamia postica*, Barrenadores como *Diatraea spp.* y la Rata *Sigmodon hispidus* y *Oryzomys couesi*, además el ronrón de la caña de azúcar *Podischnus agenor*.

4.1.3.1 CHINCHE SALIVOSA *Aeneolamia postica*

Del orden Homóptera y la familia Cercopidae, la chinche salivosa es hoy por hoy la plaga de mayor importancia económica, su género *Aeneolamia* es el de mayor presencia en las plantaciones de caña, aunque el género *Prosapia* también representa importancia económica. Su ciclo de vida dura aproximadamente unos 52 días distribuidos así: Huevo 16 días, en el estadio de ninfa dura aproximadamente 28 días y 8 días como adulto.

Los huevos tienen la capacidad de ser diapáusicos y pueden durar toda época seca sin eclosionar y hacerlo hasta la siguiente época de lluvias, esto dificulta el manejo de la chinche salivosa.

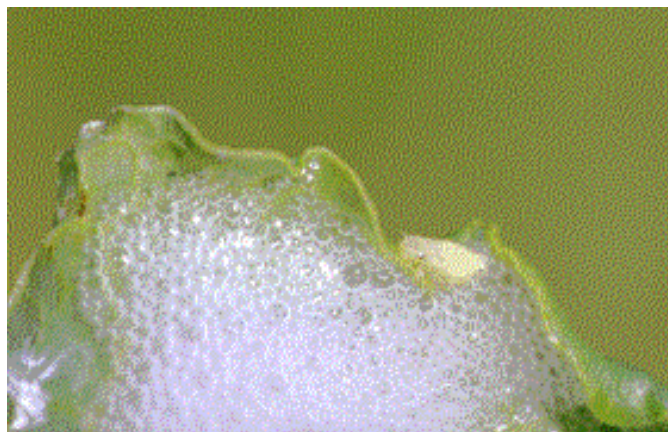


Figura 10. Saliva que sirve de protección a la ninfa de la chinche salivosa *Aenolamia postica* (Texas A&M University,2002).



Figura 11. Adulto de *Prosapia bicincta* (Texas A&M University,2002).

Manejo integrado de chinche salivosa³

Muestreo de huevos: Se realiza el muestreo de los huevos después de la cosecha, el tamaño de la muestra se determina según las dimensiones del área de producción y se recomienda recolectar una muestra por finca o parcela de producción. Las muestras recolectadas se homogenizan y se secan las muestras a la sombra, se determina el peso promedio por lote (peso total / número de muestras), 70 % de las muestras se toman en el centro de la macolla y el 30 % a los costados. La muestra seca se debe enviar a un laboratorio de control biológico en caso que la empresa o el propietario de la finca no cuente con uno propio, el tamaño a enviar es de aproximadamente 1 Kg.

Rastra sanitaria: Después del corte y la requema se debe pasar una rastra de dos cuerpos con discos dentados y con un diámetro no menor de 20 pulgadas, con un ángulo de 90 grados. El segundo pase de la rastra, si se realiza, debe pasarse con un ángulo de 45 grados partiendo del primer corte. En áreas donde exista camellón muy alto o más de dos cortes los pases deben realizarse en la misma dirección que el primer paso solo cambiando el ingreso a los surcos (Figuras 47 y 48).

Desaporque: Para la ejecución del desaporque es necesario contar con una rastra específica para esta labor, la cual es una rastra sanitaria de alto despeje con cuatro secciones y dos discos dentados de 24 pulgadas por cada sección. La función principal de

³ LÓPEZ, A. 2002. Manejo Integrado de la Chinche Salivosa en Caña de Azúcar. Jefe Depto. Plagas, Ingenio Pantaleón, Escuintla, Guatemala. Comunicación Personal.

esta rastra es ingresar al cultivo y remover el suelo que se encuentra en las mesas (1 metro) para exponer los huevos de la chinche salivosa al sol.

Riego y drenaje: Para las áreas afectadas con chinche salivosa el riego se debe de aplicar no antes de los 21 días después del corte para dar tiempo suficiente de solarización al suelo y la exposición de las ninfas de la chinche a los rayos solares, además debemos prestar bastante atención al manejo de drenajes, ya que esta plaga prefiere suelos que se anegan en la temporada lluviosa del año. En suelo franco y franco-arcilloso con problemas de drenaje se debe prestar bastante atención al control de esta plaga.

Aporque: Para esta labor la rastra que se utiliza en la misma rastra específica que se utiliza en las labores del desaporque, es una rastra sanitaria de alto despeje con cuatro secciones con dos discos dentados de 24 pulgadas por cada sección, solo que para esta labor se invierten los ángulos de los discos de tal forma que permitan realizar un aporque bastante alto, mínimo 30 cm con el fin de cubrir la cepa por completo y brindar un soporte físico a la plantación para soportar el peso y el riego.

Esta labor debe realizarse antes del cierre del cultivo o cañal por lo cual la rastra utilizada es tan específica para esta labor únicamente.

MUESTREO DE ADULTOS Y NINFAS

Trampas de color amarillo: El muestreo se debe realizar al inicio del riego, con trampas de color amarillo, aproximadamente 2/ha, con una relación de pegamento de 1:1.5. El conteo se hace cada 8 días, cuando el número de adultos sea mayor que 100–110 por trampa en 8 días esto iguala a 0.2 adultos por tallo. Las trampas en el campo se deben ubicar de forma sistemática y se colocan en el 25 % del área que presenta problemas dentro de lotes o fincas que sean representativas de las demás con la finalidad de brindar información confiable al resto del área de producción.



Figura 12. Trampa de color amarillo o verde con feromona y pegamento.

Visual: Este muestreo se realiza en las áreas que presentan problemas, se escogen 5 metros lineales al azar, se cuantifica el número de chinches salivasas y luego el número de ninfas. Se registra el número de adultos por tallo y ninfas por tallo, cuando se tiene una población mayor de 0.2 adultos por tallo o 0.4 ninfas por tallo, se considera como nivel crítico de control y se recomiendan aplicar las medidas necesarias de control según cada área de producción.



Figura 13. Daño ocasionado por adulto de chinche salivosa.

4.1.3.2 BARRENADOR DEL TALLO *Diatraea sacharalis* fab., *D. nr crambidoides* Grotc.

Es una de las plagas de la caña que causan daño cuando la planta está pequeña porque reduce su calidad y potencial de producción. Cuando el barrenador está presente en la caña, baja la cantidad de sacarosa en el tallo, además es fuente de contaminantes biológicos para la caña y acelera la descomposición de la misma después de la cosecha.



Figura 14. Adulto y larva del barrenador del tallo de la caña (University of Minnesota, 2002).

Manejo integrado de barrenadores del tallo

Muestreo: Para este muestreo se realiza una recolección de aproximadamente 15 cañas al azar por lote o finca al momento de la cosecha y se registra el número de cañas barrenadas y entrenudos, además se debe de tomar en cuenta el daño de la termita, roedores, ronrones cañeros y el efecto de la caña rajada.

Muestreo en plántulas: Se toman muestras al azar por lotes, tomando como área de muestreo 5 metros lineales por finca o lote y se debe de realizar el muestreo al tresbolillo o como mejor convenga según las características del área de producción. Lo que se muestrea es número de corazones muertos por unidad de muestreo y cantidad de larvas. En la región cañera de Guatemala se acostumbra utilizar la liberación de una mosca parasitadora de la larva del barrenador que se llama *Paratheresia claripalpis* estas liberaciones se repiten cada 15 días después de la primera que es liberada cuando los lotes o fincas alcanzan 1.5% de intensidad de infestación⁴.

El tipo de control biológico y la variedad o especie de los parasitoides puede variar dependiendo de las condiciones específicas de cada área de producción y las especies de enemigos que estén causando el mayor problema en la producción.



Figura 15. Mosca del género *Paratheresia claripalpis* parasitando larva de barrenador *Diatraea saccharalis*, (University of Minnesota, 2002).

4.1.3.3 ROEDORES

Los roedores, por la naturaleza de roer representan también un daño para el tallo de la caña, reducen el rendimiento que la misma pueda tener, además, las heridas que quedan

⁴ LÓPEZ, A. 2002. Uso de (*Paratheresia claripalpis*) para el control del barrenador de la caña. Jefe Depto. Plagas, Ingenio Pantaleón, Escuintla, Guatemala. Comunicación Personal.

en el tallo son un medio de infección para bacterias, hongos y otros microorganismos indeseables.

Son fuente de transmisión de enfermedades para los trabajadores y una amenaza para las instalaciones de riego por goteo o aspersión.



Figura 16. Ratas del género *Sigmodon hispidus* y *Oryzomys couesi* (University of Arizona, 2002).

Manejo integrado de roedores

Muestreo: Se colocan trampas tipo jaula distribuidas equitativamente en el centro y orillas del lote por un período de 24 horas, el bocado que es utilizado mayoritariamente en áreas de producción es la tortilla, se cuantifica el número de ratas atrapadas separadas por sexo y si hubiera crías se hace la disección para conocer la cantidad y obtener una mejor aproximación del nivel de infestación. La recolección de esta información se debe realizar en todas las áreas de cultivo y durante todo el ciclo.

Control cultural: Se recomienda que estén siempre libres de malezas las rondas y calles principales de las fincas o lotes de producción, principalmente de gramíneas ya que las semillas de éstas pueden servir de alimento a los roedores cuando no hay caña para alimentarse. En lo posible también se recomienda mantener libre de malezas adentro del cultivo hasta que éste cierre por completo.

Control químico: Controlar a los roedores en una forma eficiente y perjudicando en lo menos posible el ambiente son por medio de la utilización de cebos comerciales (Ramortal, Storm, y Klerat) o preparados, estos se aplican en áreas en las que se determine una captura mayor de 8 %. Las áreas aplicadas deben de muestrearse a los 15 días después de aplicado el cebo para conocer el efecto del producto y si fuera necesario

repetir la dosis. Se aplican de 2 a 3 kg/ha distribuido al tresbolillo a lo largo de cada surco a una distancia de 17 m entre cada cebo.

Los cebos comerciales no siempre son efectivos para todas las condiciones, se recomienda realizar muestreos de la efectividad del control de los mimos y si se determina que no causan un efecto significativo es necesario fabricar y experimentar con cebos propios y determinar su efectividad, rechazo o degradación en el campo.

4.1.3.4 RONRÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR *Podischnus agenor*

Esta plaga, del orden Coleóptero y familia Dynastidae, es eventual en la caña de azúcar y no llega a alcanzar un nivel de importancia económica.

Cuando se presenta ocasiona daños en caña adulta y en plantía o nueva, los adultos de ambos sexos perforan el tallo en la parte media y superior, sin embargo, los machos lo hacen con mayor frecuencia (Eberhard, 1997). El macho utiliza para hacer el daño un cuerno encorvado hacia atrás que tiene en la cabeza y otro dirigido hacia adelante que se encuentra en el pronoto.

Mediante el uso de aparato bucal masticador destruyen largos trozos del tallo que luego se fermentan. Estos insectos varían de tamaño y forma, sin embargo la mayoría de ellos son gruesos y de cubierta muy dura. Los machos emiten un olor penetrante (feromona) que es capaz de atraer a los adultos de ambos sexos, cuando las hembras son atraídas el macho les permite el ingreso al túnel, en tanto que si es macho, algunas veces se produce una pelea.

Su ciclo de vida es anual, los estados de huevo y larva se desarrollan en el suelo y a diferencia de otras larvas de coleópteros, estos se alimentan de material vegetal en descomposición. Dura en estado larval de 4 a 8 meses mientras que la pupa dura de 2 a 3 meses, por su parte los adultos pueden vivir hasta 2 meses y medio y alcanzan un tamaño de 3 cm, aproximadamente (Mendonca, 1996). Ambos sexos vuelan lentamente, se desplazan poco y lo hacen en mayor distancia las hembras. Construyen túneles en el suelo y viven por períodos de uno a dos semanas, por lo que viven en más de un túnel por ciclo, la mayor actividad de los adultos es en la noche.

Daño: Ocurre en la época de lluvias y es ocasional, el verdadero daño lo ocasionan los adultos por su hábito alimenticio, cortar caña adulta y joven para alimentarse de ella.

En caña joven produce daño debajo del suelo masticando porciones de tejido que provocan perforaciones en la base de los brotes jóvenes que originan la muerte del primordio foliar, ocasionando una reducción en la población de plantas que obliga a realizar prácticas de sembrar las áreas afectadas.

En caña adulta perfora grandes galerías en el tercio superior de los tallos, muchas veces abarca 2 a 3 canutos o entrenudos. Con la muerte del primordio foliar de las cañas

afectadas se obliga a la planta a emitir brotes laterales (lalas), perjudicando el rendimiento en tonelaje y la calidad del jugo.

Control: Se divide en dos tipos de control, el preventivo y el supresivo.

En el primero de ellos la estrategia de manejo está orientada al control preventivo mediante labores mecanizadas, principalmente en renovaciones, con el propósito de exponer huevos y larvas al sol y depredadores. La población de larvas y adultos se concentra marcadamente en el contorno de los lotes y por ello las prácticas deben orientarse a cubrir por lo menos los primeros 12 surcos.

En el control supresivo la forma rutinaria de control es mediante la colecta manual, en el caso de caña pequeña se buscan adultos por debajo de la macolla dañada. Para la caña adulta se buscan en las porciones de los tallos dañados. Además, el uso de trampas móviles de luz (con tractor) también es funcional para reducir la población de adultos.

4.2 COSECHA

De manera superficial y sencilla se menciona la actividad de cosecha, que se realiza a 12 meses después de la siembra cuando se cultiva de forma anual, pueden hacerse ciclos de 18 meses para obtener mayores rendimientos por hectárea y la dilución de los costos en más tiempo de producción.

La época de cosecha que varía de 3 a 6 meses es conocida como zafra, en algunos lugares como en el Valle del Cauca en Colombia la cosecha dura todo el año por que las condiciones lo permiten, especialmente por las lluvias que se distribuyen bien durante todo el año. Implica la participación de miles de personas según el tamaño de la industria de un país, moviliza conductores de transporte pesado, cortadores, caporales, vendedores, mecánicos, operadores de maquinaria, grupos de personas para marcar y aplicar madurante (aplicación aérea), supervisores, empleados de bancos, etc. La labor de la cosecha es una fuente alta de ingresos para muchas personas, esta es realizada de forma manual o mecanizada.

4.2.1 Cosecha manual

La cosecha manual puede realizarse en dos formas:

- a) Cosecha manual en quemado
- b) Cosecha manual en verde

La primera de ellas, en la que se quema la plantación, con la finalidad de evitar heridas a los cortadores con la hoja de la caña, además, daños por mordeduras de serpientes. Otro fin es la sanidad de la plantación, la quema elimina nidos de ratas y otros roedores, asimismo mata a las propias plagas del suelo, principalmente.



Figura 17. Inicio de quema para cosecha manual con bombas de mochila y combustible.



Figura 18. Condiciones de un cañal recién quemado (Univesity of Minnesota, 2002).



Figura 19. Caña quemada cosechada manualmente lista para ser alzada.

La segunda opción, que dificulta más el manejo y reduce el rendimiento en cosecha de los cortadores, es la que usarán los productores y empresas que no cuentan con una cosechadora. En la actualidad se evalúan variedades de auto deshoja, esto representa la posibilidad de cosecha sin necesidad de la quema ya que actualmente la producción amigable al ambiente es necesaria en todo el mundo.

4.2.2 Cosecha mecanizada

Mecánicamente, puede cosecharse en verde o en caña quemada. Ciertamente los lotes que son quemados mejoran el rendimiento de la cosechadora y pueden alcanzarse hasta 60 ton/h por cada cosechadora.



Figura 20. Inicio de quema para cosecha manual o mecanizada.



Figura 21. Alce de caña cosechada manualmente en quemado.

La cosecha mecanizada en verde es una práctica muy bien aceptada por los ecologistas, ya que no necesita quemar la plantación, una cosechadora puede cortar hasta 50 toneladas por hora, aunque generalmente cosecha de 35 a 40 toneladas por hora, esto depende directamente de la densidad de la plantación, el tamaño de la caña y la topografía del suelo que limita la velocidad de cosecha. Normalmente las velocidades de cosecha van de 2.5 a 4.5 km/h, el terreno debe ser apto para paso de maquinaria y el cañal debe estar sembrado a 1.5 metros entre surco.



Figura 22. Cosechadora Austoft 7000 cosechando en verde (Case-Austoft, 2002).



Figura 23. Cosecha ecológica, caña en verde y cosechadora Austoft 7000.

Representa muchas ventajas ya que minimiza el uso de mano de obra, una cosechadora puede cosechar hasta 10 ó 12 hectáreas en 24 horas de funcionamiento, actividad que utilizaría 128 hombres que cortan 7.5 toneladas diarias. Utiliza tres turnos alternados de operarios siendo un operador y acompañado por tractoristas, tractores con carretones autovolteables de forma hidráulica y el transporte de la misma lo llevan a cabo trailers o cabezales pudiendo cargar hasta 75 toneladas de caña cuando son diseñados para este propósito, los camiones normales pueden cargar sin problemas 40 toneladas de caña.

Los inconvenientes del uso de cosechadoras son los altos desembolsos para el productor ya que los precios de cosechadoras varían de 200 a 250 mil dólares cada cosechadora.



Figura 24. Carretón de auto-volteo en cosecha mecanizada.



Figura 25. Transporte eficiente de caña hacia el Ingenio (80 Ton. aprox.).

4.3 PROCESAMIENTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

La extracción de azúcar se realiza prensando el tallo con un molino de rodillos llamado trapiche, inventado por el italiano Pietro Speciale en 1515 (NASS, 2002).

En la fábrica tiene lugar como fase inicial el pesaje, muestreo y el lavado de la caña, además se pasa a las picadoras y molinos, luego de prensar el tallo se separa el jugo y el bagazo siendo aproximadamente 30% compuesto por el cogollo, 35% de jugo y 35% de bagazo. El bagazo es caña deshidratada, compuesto por fibra de lignocelulosa y es utilizado para la alimentación animal después de un proceso de hidrolización a base de vapor, elaboración de abonos orgánicos o principalmente para su combustión y producción de energía destinada a la propia industria, como también la venta a terceros (Vélez, 2002).

El jugo de caña o guarapo es purificado con procesos químicos evitando su fermentación y descomposición. De la purificación se obtiene la cachaza que es un abono muy utilizado en la agricultura, actualmente tiene usos como producto de incorporación al suelo, medio de cultivo en viveros frutales y forestales.

Este jugo es pesado para luego pasar a los procesos de calentamiento, clarificación y filtración, lo que permite separar los materiales diferentes a la sacarosa que se encuentran en el jugo. Luego se pasa por un proceso de evaporación donde se obtiene la meladura o jarabe que es depositado en tachos donde se procede a la cristalización y se obtiene una

masa cocida que luego es centrifugada y separada de la miel, dando como resultado final el azúcar.

Finalmente el azúcar es secado y enfriado para luego envasarse en diferentes presentaciones según el mercado, a granel para exportarse y envasarlo en el país comprador y en sacos o bolsas para el mercado nacional.

El azúcar es comercializado nacionalmente en la mayoría de los casos, en ciertos países con producción mayor a la demanda nacional, se exporta el azúcar cotizando los precios internacionales en la bolsa de valores de New York.

4.4 LABORES EN EL CAMPO



Figura 26. Tractores de oruga utilizados para descombrar, mover tierra, esparcir cachaza y nivelar terrenos.



Figura 27. Arado o volteo del terreno con rastra pesada.



Figura 28. Pulido del terreno o pase de rastra liviana.



Figura 29. Labor de pulido del suelo con rastra liviana y tractor de potencia mediana (175 HP).



Figura 30. Labor de surcado con implemento de vertedores y tractor de alta potencia.



Figura 31. Labor de surcado y fertilización simultánea, dos vertedores y fertilizadora (fertisurcador-tractor de potencia media).



Figura 32. Plantación de semillero comercial al fondo y empaquetado de semilla en grupos de 30 esquejes al frente.



Figura 33. Corte de semilla a 50 ó 60 cm. de lardo.



Figura 34. Distribución de la semilla en cabecera de los lotes y espera de la noche para la siembra de humedad.



Figura 35. Siembra de humedad, se realiza de noche en terrenos si riego para evitar evaporación de agua y aprovechar el sereno.



Figura 36. Calibración de bombas de mochila previo a la aplicación de herbicidas.



Figura 37. Aplicación de herbicida pre-emergente con bombas de presión constante a 50 PSI.



Figura 38. Aplicación de herbicida pre-emergente con tractor y boom.



Figura 39. Aplicación de herbicida pre-emergente en cañal emergido, selectivo a caña con bomba de presión constante.



Figura 40. Control manual de malezas.



Figura 41. *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.), la principal maleza de la caña de azúcar en Centro América.



Figura 42. Aplicación con avioneta Turbo Trush.



Figura 43. Aplicación con helicóptero Bell 407 Long Ranger III.



Figura 44. Una adecuada aplicación de herbicida post-emergente brinda excelentes resultados.



Figura 45. Fertilización de la caña de azúcar con fertilizadora de discos.



Figura 46. Rastra sanitaria (aporcadora-desaporcadora).



Figura 47. Rastra sanitaria de discos finos utilizada para aumentar el área de suelo expuesta a la solarización.



Figura 48. Implemento utilizado para fertilizar, con cinceles y cultivadora.



Figura 49. Sistema de riego por pivote central.



Figura 50. Tubería de sistema de riego por goteo en caña de azúcar.



Figura 51. El sistema de riego por aspersión es el más utilizado en la caña de azúcar.



Figura 52. Riego por gravedad, usado cuando hay alta disponibilidad de agua.



Figura 53. Riego por gravedad aplicado después de la emergencia de la caña.



Figura 54. Vista aérea de un cañal en buen estado y ejemplo del trazo de la finca.



Figura 55. Cañal sano o en buenas condiciones.

5. BIBLIOGRAFÍA

- ALEXANDER, A. 1985. The energy cane alternative (Sugar Series, 6). Universidad Río Piedras Puerto Rico. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands 509 p.
- ALMEKINDERS, C; FRESCO, L; STRUIK, P. 1995. The need to study and manage variation in agro-ecosystems. Netherlands Journal of Agricultural Science 43:127-142.
- ARACIL, J. 1992. Introducción a la dinámica de sistemas. Alianza Universidad Textos, Madrid, España.
- ARIZONA UNIVERSITY, USA. 2002. Rodent Host: The Hantavirus Genus (en línea). Arizona, USA. Consultado 07 nov. 2002. Disponible en <http://www.blc.arizona.edu/Marty/429/Lectures/Figures/CDCHantaFigs/HANTA09.GIF>
- ARS News and Information, USA. 2002. Pitting two fungi against Tough Pests (en línea). USDA. Consultado 05 oct. 2002. Disponible en <http://www.ars.usda.gov/is/graphics/photos/sep99/k8561-2i.jpg>
- ARS, USA. 2002. Systematic Botany and Mycology Lab Home Page (en línea). USDA. Consultado 01 nov. Disponible en <http://nt.ars-rin.gov/SBMLweb/ResearchActivities/PEET/HypoImageGallery/index.htm>
- ASOCAÑA. 1994. Aspectos generales del sector azucarero. Sáenz editores Ltda. Santiago de Cali, Colombia. 56p.
- CARRILLO, E. 1996. Plagas y Roedores. En: Evaluación Tecnológica del Cultivo de Caña de Azúcar 1998. CENGICAÑA, Escuintla, Guatemala.
- CASE-AUSTOFT, Au. 2002. Caña de azúcar: equipo para cosecha, cosechadoras de caña (en línea). Sydney, AU. Consultado 02 oct. 2002. Disponible en <http://www.caseih.com/equipment/finder.asp?Reg=LA&RL=SPLA&id=59>
- CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar). 2000. Boletín Cañamip: El ronrón en la Caña de Azúcar. Guatemala. 4 p. (Boletín Técnico no. 1).

- CENGICANÁ (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar). 2000. Boletín Cañamip: Plagas de la Raíz en Caña de Azúcar. Guatemala. 4 p. (Boletín Técnico no. 2).
- CHAVES, M. 2002. Nutrición y Fertilización de la Caña de Azúcar en Costa Rica (en línea). Nutrición del cultivo. Consultado 22 sept. 2002. Disponible en <http://www.infoagro.go.cr/tecnologia/cana/NUTRI%20Y%20FERT.html>.
- COTO, D. 1994. Diagnóstico de las principales plagas del suelo de la Familia Melolonthinae (*Phyllophaga*). En: Seminario-Taller Centroamericano de sobre Biología y Control de *Phyllophaga*. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 132 p.
- DAZA, O. 2001. Investigador Modelos de Decisión, Programa de análisis económico y estadístico. CENICANÁ, Colombia.
- DESERT-TROPICALS, USA. 2002. Red bird of paradise: Pride of Barbados (en línea). USDA. Consultado 31 oct. 2002. Disponible en http://www.desert-tropicals.com/Plants/Fabaceae/Caesalpinia_pulcherrima.html
- DUFF, D. 2002. Plants monocotyledons (en línea). Taxonomy. Consultado 22 sept. 2002. Disponible en <http://www.innvista.com/taxonomy/plantsmonocot/default.htm>
- EBERHARD, W. 1997. La ecología y comportamiento de los adultos del cucarrón (*Podischnus agenor*). Revista colombiana de entomología. 3(1): pp 19-21.
- EDGERTON, C. 1958. Sugar Cane and its Diseases. Louisiana State University Press. Baton Rouge, U.S.A. 301 p.
- FAOSTAT, It. 2002. Datos Agrícolas: Cultivos primarios caña de azúcar (en línea). Roma, It. Consultado 22 sept. 2002. Disponible en <http://apps.fao.org/page/form?collection=Production.Crops.Primary&Domain=Production&servlet=1&language=ES&hostname=apps.fao.org&version=default>
- INCAUCA S.A., CO. 2002. Ingenio Incauca S.A.: Nuestra actividad productiva (en línea). Consultado 02 nov. 2002. Disponible en <http://www.incauca.com/Incauca/proceso.html>
- KING, A. 1994. Biología, identificación y distribución de especies de *Phyllophaga* spp. en América Central. En: Seminario-Taller Centroamericano sobre Biología y Control de *Phyllophaga*. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp 50-61.
- KROPFF, M; MUCHOW, R; RABINGGE, R; AGGARWAL, P. 1997. Limits to intensive agricultural systems and opportunities for sustainable agricultural development. Keating B; Wilson J. (eds.). En: Intensive sugar cane production: Proceedings of the Sugar 2000 Symposium. CAB International, Wallingford, U.K.

- LA UNIÓN S.A., GT. 2002. Ingenio La Unión S.A. Manual de campo: Gira de campo 2002. 20 p.
- LOMA-OSORIO, Enrique de; *Et. Al.* 2000. Estudio de la Agroindustria Agroalimentaria en Honduras: Opciones de Cooperación Técnica y Empresarial. IICA, AESI. San José Costa Rica. 147 p.
- MACZ, L.; SALGUERO, V.; HIDALGO, H.; MÁRQUEZ, J. 2000. Fluctuación poblacional y distribución vertical de especies de chinche hedionda, gallina ciega y gusano alambre, en caña de azúcar. En: Memoria, Presentación de Resultados de Investigación Zafra 1999-2000. CENGICANA, Guatemala. pp 86-92.
- MENDONCA, A. 1996. Guia das principais pragas da cana-de-acucar na América Latina e Caribe. In: Pragas da cana-de-acucar. Editado por A. Mendonca Filho Consultoria. Maceió, Brasil. pp 10-11.
- MOTTA, M. 1994. Suplementación proteica para cerdos de crecimiento y engorde alimentados con jugo de caña de azúcar. Tesis Ing. Agr. Honduras, Zamorano. 67p.
- OCÉANO, 2000. Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería. Océano / Centrum. España. 1032 p.
- OSAVA, M. 2001. Alcohol carburante sostendrá mercado de azúcar (en línea). Perspectivas 2002 Comercio de Brasil según IPS. Consultado 22 sept. 2002. Disponible en <http://listas.rcp.net.pe/pipermail/medambien/2001-December/000070.html>
- PANTALEON SUGAR HOLDINGS, GT. 2002. Costos de producción de caña zafra 2000-01. En: Informe anual 2001. 31 p.
- PANTALEÓN S.A., GT. 2002. Guía de riegos del Ingenio Pantaleón. Departamento de Riegos. 27 p.
- PEÑA, M. 1997. Propagación *In vitro* de la caña de azúcar. Tesis Ing. Agr. Honduras, Zamorano. 39 p.
- PERAFÁN, F. 2002. La Caña de Azúcar (en línea). Azúcar de Caña. Cali, Colombia. Consultado 22 sept. 2002. Disponible en <http://www.perafan.com/ea02cana.html>
- Productos Primal, AU. 2002. Stevia: base de datos (en línea). NSW, AU. Consultado 1 oct. 2002. Disponible en <http://www.primalnature.com/spanish/stevia.html>
- NASS, Puerto Rico Agricultural Statistics Service. 2002. Historia de productos: caña de azúcar (en línea). USDA. Consultado 02 oct. 2002. Disponible en http://www.nass.usda.gov/pr/esp_sugar.htm

- RABBINGE, R. 1993. The ecological background in food production. En Crop protection and sustainable agriculture. CIBA Foundation Symposium 177 reunido en Chichester, Inglaterra.
- _____; WARD S; VAN LAAR, H. 1989. Simulation and systems management in crop protection. Pudoc, Wageningen, Holanda.
- SANINET, CR. 2002. Sanidad Vegetal Saninet: Patógenos, *Bacillus popilliae* (en línea). IICA, San José, CR. Consultado 07 nov. 2002. Disponible en http://www.iicasaninet.net/pub/sanveg/html/biocontrol/patogenos/b_popilliae.html
- SPEDDING, C. 1979. An introduction to agricultural systems. Applied Science Publishers, London, United Kingdom.
- SUBIRÓS, F. 1995 El cultivo de la caña de azúcar. Editorama S.A, San José Costa Rica. 441p.
- TEJEDA, V. 1993. Evaluación de cuatro unidades de muestreo, para estimar poblaciones de plagas del suelo en el cultivo de caña de azúcar. Tesis Ing. Agr. Guatemala, FAUSAC. 81 p.
- TEXAS A&M UNIVERSITY, USA. 2002. Common insects of Texas (en línea). Texas, USA. Consultado 07 nov. 2002. Disponible en <http://entowww.tamu.edu/images/insects/common/images/a-txt/aimg86.html>
- UNIVERSITY OF MINNESOTA, USA. 2002. Sugar cane IPM: Insect Attractants (en línea). Minnesota, USA. Consultado 07 nov. 2002. Disponible en <http://ipmworld.umn.edu/chapters/meagher.htm>
- UNIVERSITY OF NEBRASKA-LINCOLN, USA. 2002. White Grubs (en línea). Nebraska, USA. Consultado 08 oct. 2002. Disponible en <http://entomology.unl.edu/images/seedpest/whtgrubs.htm>
- VÉLEZ, M. 2002. Producción Intensiva de Rumiantes. Ciencia y Producción Agropecuaria, Área de Zootecnia. Zamorano, Honduras.
- WOODS, R., LAWRENCE, K. 1997. Modeling and simulation of dynamic systems. Prentice hall, New Jersey, USA.

6. ANEXOS

Anexo 1. Distribución porcentual de costos por tonelada de caña producida.

AÑO	CAÑA NUEVA	CAÑA DE REBROTE
Descombre	3.50	
Mecanización	7.80	
Siembra	12.58	
Control de malezas	0.41	0.53
Fertilización	6.16	8.09
Riego	5.56	7.32
Control de plagas	8.29	10.83
Preparación de cosecha	12.24	16.07
Corte	17.24	22.65
Alce	3.73	4.98
Movimiento interno	4.39	5.76
Plagas	2.24	2.94
Transporte	12.72	16.71
Administración	2.15	2.82
Desbasurado	0.99	1.30
Total	100.00	100.00

Fuente: Pantaleon Sugar Holdings, 2002.