

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
DIVISION DE AGRONOMIA



Cultivo de la Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.)  
y su Problema con la Roya (*Puccinia melanocephala*)

P o r :

Enrique del Carmen Solano Ramírez

**M o n o g r a f í a**

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

**INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Octubre de 1998

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISION DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA**



EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.) Y  
SU PROBLEMA CON LA ROYA (*Puccinia melanocephala*)

**POR**

**ENRIQUE DEL CARMEN SOLANO RAMIREZ**

**MONOGRAFIA**

**Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador, como requisito  
para obtener el título de**

**INGENIERO AGRONOMO, ESPECIALIDAD PARASITOLOGIA**

**Aprobada**

El presidente del jurado

---

**Ing. M.C. Carlos I. Suárez Flores**

**Sinodal**

**Sinodal**

---

**Ing. M.C. Gustavo Olivares Salazar.**

---

**Ing. M.C. Adolfo Ortegón P.**

**El Coordinador de la División de Agronomía**

---

**Ing. M.C. Mariano Flores Davila**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Octubre 1998  
AGRADECIMIENTO**

Agradezco infinitamente la valiosa asesoría al Ing. M.C. Carlos, Suárez Flores, asesor principal, que con su actitud profesional y amistad desinteresada, quien con su experiencia y sabios consejos, me proporcionó sus conocimientos para la elaboración del presente trabajo.

Así mismo a los Ing. M.C. Gustavo Olivares Salazar, Al Ing. M.C. Adolfo Ortegón P. , por su colaboración y sugerencias del presente trabajo

Con cariño y respeto a todos mis profesores, por ser parte de mi formación profesional.

A mis compañeros de estudios de la generación **LXXXV**, ya que recorrimos juntos el camino en nuestra formación como profesionales. Pero especialmente a mis compañeros y amigos que me brindaron su amistad:

Gilberto E., Israel, Saturnino, Amilcar, Ambrosio, Ramiro, Mireya, Ulmar, Xalpa, Ramón, J. Eduardo, Ataulfo, Marcos y Caralampio.

**A mí Alma Terra Mater.**

### **A DIOS:**

A Quien debo todo en la vida; por darme siempre lo mejor de esta vida Y Fe para salir adelante y lograr una más de mis metas; Gracias.

### **A MIS PADRES:**

**Sr. Antonio Solano Vázquez.**

**Sra. Manuela Ramírez Clavo.**

Quienes me dan amor y cariño, a los que estaré eternamente agradecido por sus preocupaciones, facilitándome los medios necesarios, no importando las carencias por darme cuanto estuvo a su alcance. Para llegar al termino de mi carrera profesional.

### **A MIS HERMANOS:**

**Rosy**

**Antonio**

**Juan**

**Ray**

**J. Adriana**

Con respeto, por brindarme su cariño, apoyo moral y porque hemos compartido momentos de alegrías y tristezas.

### **A MI ESPOSA:**

**Magdalena**

Por brindarme amor y confianza.

### **A MIS TIOS (AS):**

Especialmente a mi Madrina **Rosy**, quien con su cariño, abnegación y sabios consejos me alentaron siempre en mis estudios.

	Pág.
Agradecimiento	iii
Dedicatoria	iv
Indice de cuadros	viii
Indice de figuras	ix
<b>I</b> Introducción.....	1
<b>II</b> Historia.....	3
2.1.    Origen geográfico.....	4
2.2.    La caña de azúcar en México.....	4
<b>III</b> Distribución geográfica mundial y en México.....	9
3.1    Distribución geográfica mundial.....	9
3.2    Distribución geográfica en México.....	9
<b>IV</b> Clasificación taxonómica.....	12
4.1.    Generalidades.....	12
4.2.    Clasificación taxonómica.....	12
4.3.    Características principales de las especies.....	13
<b>V</b> Descripción botánica.....	14
5.1.    Morfología.....	14
5.1.1.  Raíz.....	14
5.1.2.  Tallo.....	15
5.1.3.  Hoja.....	18
5.1.4.  Inflorescencia.....	20
5.1.5.  Fruto.....	21
<b>VI</b> Aspectos fisiológicos.....	22
6.1.    Generalidades.....	22
6.2.    Germinación.....	22
6.3.    Crecimiento.....	23
6.4.    Desarrollo.....	24
6.5.    Maduración.....	24
6.6.    Floración.....	25
6.6.1.  Control de la floración.....	26
<b>VII</b> Condiciones climáticas y edáficas.....	28
7.1.    Condiciones climáticas.....	28

7.1.1.	Altitud.....	28
7.1.2.	Latitud.....	28
7.1.3.	Clima.....	28
7.1.4.	Temperatura.....	29
7.1.5.	Precipitación.....	29
7.1.6.	Luminosidad.....	30
7.2.	Condiciones edáficas.....	31
7.2.1.	Profundidad del suelo.....	31
7.2.2.	Salinidad.....	32
7.2.3.	Reacción del suelo (PH).....	33
7.2.4.	Drenaje.....	33
7.2.5.	Nutrientes.....	35
7.2.6.	Elementos mayores.....	36
7.2.7.	Elementos secundarios.....	39
7.2.8.	Elementos menores.....	40
	<b>VIII</b> Prácticas culturales.....	44
8.1.	Generalidades.....	44
8.2.	Preparación del terreno.....	44
8.3.	Surcada.....	46
8.4.	Semillero.....	47
8.5.	Semilla.....	47
8.5.1.	Clases de semilla.....	48
8.6.	Sanidad de la semilla.....	48
8.7.	Siembra.....	49
8.8.	Época de siembra.....	51
8.8.1.	Sistema de siembra.....	52
8.9.	Resiembra.....	53
8.10.	Labores de cultivos.....	54
8.11.	Fertilización.....	57
8.11.1.	Materiales orgánicos.....	58
8.12.	Riegos.....	59
8.13.	Control de malezas.....	60
	<b>IX</b> Variedades y tipos.....	64
9.1.	Generalidades.....	64
	<b>X</b> Plagas y enfermedades.....	79
10.1.	Generalidades.....	79
10.2.	La roya de la caña de azúcar.....	79
10.3.	Clasificación taxonómica.....	81
10.4.	Importancia económica.....	81
10.5.	Síntomas.....	82
10.6.	Características del hongo.....	84
10.7.	Infección y propagación.....	86
10.8.	Hospederos.....	87

	<b>XI</b>	Medidas de control.....	88
11.1.		Químico.....	88
11.2.		Biológico.....	89
11.3.		Cultural.....	89
	<b>XII</b>	Otras plagas.....	93
12.1.		Plagas de la raíz.....	93
12.2.		Plagas del follaje.....	97
12.3.		Plagas del tallo.....	102
	<b>XIII</b>	Enfermedades de la caña de azúcar.....	104
	<b>XIV</b>	Cosecha y transporte.....	112
14.1.		Generalidades.....	112
14.2.		Cosecha.....	112
14.3.		Técnicas de cosecha.....	113
14.4.		Métodos de cosecha.....	114
14.5.		Transporte.....	114
	<b>XV</b>	Uso y industrialización.....	116
		Generalidades.....	116
15.1.		Usos de la caña.....	116
15.2.		Industrialización.....	117
15.3.		Subproducto.....	120
15.4.		Clases de azúcar.....	121
15.5.		Almacenamiento.....	122
15.6.			
	<b>XVI</b>	Otras fuentes vegetales de azúcar.....	123
		Generalidades.....	123
16.1.			
	<b>XVII</b>	Bibliografía.....	125

Cuadro No.		Pág.
1	Principales países productores de caña de azúcar en el mundo.....	9
2	Entidades productoras de caña de azúcar, zafra (1985).....	10
3	Composición química del tallo.....	21
4	Indices o clasificación de suelos más favorables para la caña de azúcar.....	31
5	Limites de salinidad adaptadas para las áreas cañeras.....	33
6	Clasificación del drenaje para suelos cañeros.....	34
7	Malezas más comunes que compiten con la caña de azúcar.....	62
8	Variedades recomendadas, su distribución, principales características agroindustriales .....	67
9	Variedades recomendadas de acuerdo a las características ecológicas.....	74
10	Cronología de la aparición de <i>Puccinia spp.</i> Atacando a la caña de azúcar en el continente americano.....	80
11	Reacción de las variedades a la enfermedad de la roya resultando de las evaluaciones realizadas por el IMPA de 1979 a 1986.....	91



## INDICE DE FIGURAS

Figuras No.		Pág.
1	Principales regiones cañeras en el mundo	11
2	Postulas en las hojas de la caña de azúcar	82
3	Daño en la planta	83
4	Daño en el follaje	84
5	Uredosporas y teliosporas	85
6	Germinación de la uredosporas	85

La caña de azúcar *Saccharum officinarum* es una de las especies más importantes en la familia de las gramíneas, pues de ella se extrae el azúcar, el cual es un carbohidrato de alto contenido energético, empleado como uno de los constituyentes básicos en las dietas de alimentación humana y animal. Las referencias bibliográficas señalan la existencia de más de seis mil productos diferentes fabricados con azúcar, parte de los subproductos de la industria azucarera.

En México y otros países productores de caña de azúcar, como la República Dominicana, este cultivo constituye un renglón importante de la economía, desde la época de la colonización española hasta nuestros días.

En México, la producción de azúcar es insuficiente dado que la oferta es menor que la demanda, esto ocurre año con año, dado que las superficies cultivadas en México son hasta cierto punto insuficiente para satisfacer la demanda.

Hasta el año de 1975, México fue un país exportador de azúcar, en algunos años, como en 1968 el volumen de exportación fue superior a las seiscientas mil toneladas. En la actualidad es necesario importar azúcar, incluso en cantidades mayores que la mencionada. Definitivamente, la demanda de azúcar ha rebasado la oferta y lo más grave es que mientras la tasa de crecimiento de la producción en el último sexenio apenas ha sido ligeramente superior al 2% anual, el crecimiento de la demanda se ha mantenido casi constante durante los últimos diez años arriba del 5% anual, por lo que año con año será necesario aumentar las importaciones para satisfacer esta demanda, a menos que se logre aumentar en forma significativa la producción.

La situación que vive la industria azucarera del país ya había sido prevista desde hace varios años. Al finalizar la década de los sesenta, McKinsey y Compañía Inc (1969) por encargo del gobierno del país, hizo un minucioso estudio de la situación de la producción y demanda azucarera para definir una estrategia de acción que permitiera solucionar los principales

problemas para “terminar de una forma sólida y de largo alcance con las crisis periódicas de la industria”.

Como una consecuencia de este estudio, se inició una completa reorganización de la industria, aumentando por primera vez en muchos años el precio del azúcar que estaba muy subsidiado y creándose la Comisión Nacional de la Industria Azucarera, cuyas funciones básicas serían: planear el desarrollo de la industria, elevar la productividad, asegurar la distribución interna y externa del azúcar y sus derivados y vigilar la calidad de los productos.

No obstante esta reorganización, muchos de los problemas de la producción no han podido ser resueltos, y si se retardó por algunos años el momento en que la demanda superaría a la oferta, no pudo evitarse esta situación y en la actualidad los déficits de azúcar para el consumo interno son crecientes en forma alarmante. Sin embargo, el país tiene el potencial para ser autosuficiente en azúcar, sin necesidad de incrementar el área sembrada; tanto la producción de campo como el rendimiento de fábrica son muy bajo; De acuerdo a los datos de la zafra de 1979, el rendimiento medio de campo para los 67 ingenios apenas fue de 73 ton/ha y el rendimiento de fábrica de sólo 8.5%, con un equivalente de 6.22 ton/ha de azúcar, lo cual apenas si llega a la tercera parte de lo que se obtiene en el Perú.

Desafortunadamente son muchos y muy complicados los problemas que limitan la productividad tanto de campo como de fábrica cuya solución no es fácil y probablemente no podrá lograrse a corto plazo, pero definitivamente tienen que iniciarse varios cursos de acción que conduzcan a soluciones.

## **II. HISTORIA**

Fuentes históricas consignan que en la India se cultivo caña de azúcar *Saccharum. spp.* En tierras de humedad hace algunos miles de años, especialmente en el territorio de Bengala, que se encuentra situado entre la Gordillera del Himalaya y el Golfo de Bengala. La abundancia del cultivo y su producto dieron el nombre de Guara a la región y el de Gur o Ciudad del Azúcar o del dulce, a su capital.

El sánscrito antiguo idioma hindú, designó el azúcar con la palabra “sacrara”; En griego “Saccharum”; en persa “Xacar”; y en árabe “Sukkar”; de donde se originó la palabra azúcar.

Cuando Alejandro el Grande invadió la india en el año de 327 a. De J. C. Sus escribas anotaron que sus habitantes “mascaban una caña maravillosa que producía una especie de miel sin ninguna ayuda de las abejas”. La caña de azúcar llegó a Persia y después a Egipto a través de las invasiones árabes, el uso del azúcar se difundió en Europa con la extensión del cultivo de la caña en la región del mediterráneo a principios del siglo XIII.

Cristóbal Colón en su segundo viaje a América llevó algunos trozos de caña de azúcar que sembró por primera vez en Santo Domingo. De aquí se distribuyó a Cuba, Jamaica Martinica, Guadalupe, Puerto Rico y otras pequeñas islas de las Antillas. Fue introducida a México en 1520; a Brasil en 1530; a Perú en 1533; a la Argentina en 1620; y a los Estados Unidos de América en 1715 por los Jesuitas.

Hernán Cortés estableció el cultivo de caña criolla en el cantón de Santiago Tuxtla, hoy conocido como San Andrés Tuxtla, estado de Veracruz, en los años de 1525-1526. Posteriormente, la caña y la industria pasaron al centro del país, en Coyoacán. Sin embargo, al comprobarse que en este lugar se presentaban ocasionalmente y durante el invierno heladas de consideración que en la mayoría de las veces daban muerte a la caña, solicitaron a Don Hernán Cortés la localización de otro lugar más propicio para establecer el

cultivo. Consecuentemente, en atención a esto en 1527 fue seleccionado el poblado morelense de Tlatenango, muy cercano a Cuernavaca. Sin embargo, aún cuando el clima aquí es más benigno, no se escaseaban las heladas, por lo que alrededor de 1536, se resolvió trasladar en cultivo a Atlacomulco del hoy estado de Morelos y de este lugar a otras regiones de nuestro país.

## **2.1. Origen Geográfico.**

Diversas investigaciones a partir del siglo XIX, concluían que el centro de origen de la caña de azúcar se encontraba en China o en la India; otras investigaciones éstas lingüísticas nos dan la idea del origen Hindú de la caña de azúcar y de su vehículo de transmisión árabe. Pero en 1928 el Dr. Jesweit de Java encontró en Nueva Guinea una especie de caña dulce, la *saccharum robustom*, que crecía espontáneamente y de modo natural en una restringida área de esas islas y de las cercanas Célebres. Estas regiones son también el centro de origen de la especie *Saccharum spontaneum*, que es la más extendida de las especies salvajes en el mundo. La *saccharum officinarum* es el tercer integrante del género y es de las que puede obtenerse el alcohol como producto industrial, a través del cultivo de sus numerosos híbridos obtenidos, pero no se conocen aún ejemplares silvestres.

## **2 . 2 . La Caña de Azúcar en México.**

Hasta hace pocos años la caña de azúcar en México no era un cultivo de tanta importancia económica como lo es en la actualidad; se necesitaron muchos años de esfuerzos para que la industria lograra una producción que garantizara la demanda del consumo interno, el cumplimiento de los compromisos de exportación y el mantenimiento de reservas suficientes que ponen al país al cubierto de futuras pérdidas de la cosecha de caña por causas adversas a la misma, por mayor consumo interno o mayor cuota de exportación.

Las ruinas del primer ingenio azucarero establecido en el país pueden observarse todavía en los Tuxtlas, Veracruz, lugar donde Hernán Cortés sembró por vez primera la caña de azúcar que trajo de la Española (República Dominicana). Estos hechos se colocan por el año 1522, fecha que marca el nacimiento de una industria que actualmente ocupa el tercer lugar en importancia dentro de la economía mexicana.

Los factores que impidieron el desarrollo de esta industria durante la colonia y el México independiente, fueron la falta de caminos que comunicaran, carencia de sistemas de riego y la falta de crédito.

En el período de Porfirio Díaz, se atendió considerablemente la industria; Obregón y Calles atendieron necesidades urgentes salvándola de varias crisis. En 1931, en el período de Ortiz Rubio, la industria atravesó por una crisis afectando a todo el país, y a raíz de esto se fundó la Asociación Nacional de Productores de Azúcar, y con ello se fijaron los precios de venta de los productos (González, 1961; Sánchez, 1972).

En el año de 1938, el entonces Presidente de la República Mexicana, General Lázaro Cárdenas, transformó y reestructuró la organización para la producción de azúcar en la actual Unión Nacional de Productores de Azúcar, S. A. de C. V. (UNPASA), que tiene el carácter de organización nacional auxiliar de crédito. La UNPASA agrupa a todos los ingenios azucareros que operan en el país, de los cuales recibe el azúcar que producen, encargándose de la distribución y venta de este artículo en todo el territorio nacional; exportando los excedentes y consiguiendo y proporcionando a sus asociaciones, crédito para la producción de azúcar de cada nueva zafra. En la actualidad, la UNPASA no se concreta tan solo a satisfacer las necesidades nacionales sino a conquistar el mercado mundial (UNPASA, 1985).

Las áreas que en México se cultivan para la producción de caña y su producto, el azúcar; se pueden dividir en 14 regiones establecidas en 15 estados del país, atendiendo las condiciones geográficas, agrícolas y climatológicas:

Región I. Sinaloa. Tiene 2 grandes zonas cañeros, al norte y al centro del estado; su producción azucarera incluye los resultados de la operación agrícola-industrial de los ingenios El Dorado, La Primavera, Los Mochis y Rosales.

Región II. Nayarit. Tiene también 2 zonas cañeras, en la costa del estado y cerca de la capital Tepic. Su producción es el resultado de la operación de los ingenios El Cora, El Molino y Puga.

Región III. Jalisco. La zona cañera está al oeste de Guadalajara. Su producción es el resultado de los ingenios Bellavista, Estipac, y San Francisco Ameca.

Región IV. Colima. Comprende la parte noreste del estado y suroeste de Jalisco. Su producción es el resultado de los ingenios Guadalupe, José María Morelos, Melchor Ocampo, Purísima, Quesería, San José del Tule, Santiago y Tamazula.

Región V. Michoacán. La zona cañera ocupa la parte suroeste del estado y comprende desde los límites de Jalisco hasta el oeste del Estado de México. Su producción azucarera incluye el resultado de la operación de los ingenios Lázaro Cárdenas (antes Taretan), Pedernales, Puruarán, San Sebastián y Santa Clara.

Región VI. Balsas. La zona cañera se encuentra en áreas ubicadas al oeste del estado de Guerrero, la mayor parte de Morelos y la porción occidental del estado de Puebla. Su producción incluye los resultados de la operación de los ingenios Atencingo, Casasano, Emiliano Zapata, Oacalco y San Martín.

Región **VII**. Tehuacán. El área cañera ocupa superficies que se extienden entre los límites de los estados de Puebla y Oaxaca. Su producción incluye el resultado de la operación agrícola-industrial del ingenio Calipan.

Región **VIII**. Papaloapan-Istmo. Su área cañera comprende la cuenca del Río Papaloapan. Su producción incluye el resultado de los ingenios Adolfo López Mateos, Cuautotolapan, el Naranjal, El refugio, La Margarita, San Cristóbal, San Francisco, San Gabriel, San Pedro y Santo Domingo.

Región **IX**. Soconusco. Zona cañera ubicada al sureste del estado de Chiapas. Su producción azucarera es el resultado de la operación agrícola-industrial del ingenio Pujilic.

Región **X**. Campeche-Yucatán. Las superficies cañeras se encuentran ubicadas al noroeste y suroeste de los estados de Campeche y Yucatán. Su producción azucarera es el resultado de la operación agrícola-industrial del ingenio La Joya.

Región **XI**. Tabasco. La zona cañera se encuentra establecida al oeste de Villahermosa. Su producción azucarera es el resultado de la operación de los ingenios Benito Juárez, Dos Patrias, El Progreso, Hermenegildo Galeana, Nueva Zelandia y Santa Rosalía.

Región **XII**. Veracruz- Centro. Comprende las áreas que se hallan alrededor de la Cd. De Córdoba. Su producción azucarera incluye el resultado agrícola-industrial de los ingenios Central Progreso, Constancia, El Carmen, El Potrero, La Concepción, Mahuixtlán, Motzorongo, Providencia, San José de Abajo, San Miguelito y San Nicolás.

Región **XIII**. Costa de Veracruz. Las superficies cañeras se ubican en la zona costera de la entidad. Su producción azucarera incluye los resultados de



la operación agrícola-industrial de los ingenios El Higo, El Modelo, Independencia, La Gloria y Zapoapita-Pánuco.

Región **XIV**. Huasteca. Comprende dos zonas, una cubre el extremo norte de Veracruz y la parte suroeste de Tamaulipas, la otra tiene como centro a la Cd. De Valles, S.L.P. Su producción azucarera incluye los resultados de operación agrícola industrial de los ingenios Agua Buena, El Mante, Plan de Ayala y Xicoténcatl.

Hasta la fecha, la producción de azúcar se ve afectada por los factores clima, suelo, manejo del cultivo, cosecha, manejo del ingenio, etc.

### **III. DISTRIBUCION GEOGRAFICA MUNDIAL Y EN MEXICO**

#### **3.1. Distribución Geográfica Mundial.**

Actualmente la caña de azúcar se cultiva en muchos países del mundo, siempre u cuando se encuentren las condiciones climáticas adecuadas, así como la satisfacción de las necesidades del cultivo en cuanto al suelo y disponibilidad de agua (Sánchez, 1972).

FAO (1980), publico que la caña de azúcar se cultiva en : (cuadro 1).

#### **3.2. Distribución Geográfica en Mexico.**

En México para la producción de caña y su producto, el azúcar, se puede dividir en 14 regiones establecidas en 15 estados del país, atendiendo las condiciones geográficas, agrícolas y climáticas.

**Cuadro 1:** Principales países productores de caña de azúcar en el mundo.

<b>AMERICA</b>	<b>AFRICA</b>	<b>ASIA</b>	<b>EUROPA</b>	<b>OCEANIA</b>
Argentina	Egipto	China	España	Australia
Brasil	Kenya	Filipinas	Portugal	Fiji
Colombia	Mauricio	India		FR Polynesia
Cuba	Sudáfrica	Indonesia		Papua N. Guin
E.U.A	Swazilandia	Pakistán		Somoa
México.		Tailandia		

(FAO, 1980; SARH – DGEA, 1982).

**Cuadro 2:** Entidades productoras de caña de azúcar, zafra (1985).

<b>Región</b>	<b>Estado</b>	<b>Sup. Sembrada (ha)</b>
I	Costa de Veracruz	84, 251
II	Veracruz – centro	61, 399
III	Jalisco	56, 196
IV	Papaloapan	45, 280
V	Sinaloa	43, 515
VI	Tehuacán	36, 263
VII	Huasteca	30, 293
VII	Soconusco	22, 371
IX	Tabasco	20, 947
X	Nayarit	19, 367
XI	Balsas	16, 585
XII	Michoacán	15, 102
XII	Colima	9, 956
XIV	Campeche – Yucatán	5, 921



## IV. CLASIFICACION TAXONOMICA

### 4.1. GENERALIDADES

*Saccharum officinarum* según Guagliumi (1972) incluye cerca de 5,000 especies diferentes

Algunos Botánicos opinaban que se tendría una clave mejor de clasificación si la mayoría de los caracteres se fundaran en las características de la floración(Aguete, 1982).

En el desarrollo de la industria azucarera, las variedades comerciales de caña que han contribuido a destacar la importancia de la economía de los países, pertenecen básicamente a especies e híbridos del género *Saccharum*. Como el número de variedades cultivadas es muy grande y como existe el problema de identificar, ha sido necesario establecer un sistema que permite su conveniente clasificación(Sánchez, 1972).

La caña de azúcar es una planta tropical y se desarrolla mejor en lugares calientes y asoleados.

### 4.2 Clasificación Taxonómica

Reino.....Vegetal  
División.....Espermatofitas o Fanerógamas  
Subdivisión.....Angiosperma  
Clase.....Monocotiledóneas  
Orden.....Zacates o Glumiforas  
Familia.....Gramineae  
Subfamilia.....Panicoideae  
Tribu.....Andropogoneae  
Subtribu.....Sacaríneas  
Género.....*Saccharum*  
Especie.....*robustum, officinarum,*  
*Spotaneum, edule,*  
*barberi, sinense.*

### 4.3. Características Principales de las Especies

#### *Saccharum robustum*

Brandes y Jewit, citados por Sánchez (1972), agrupan tipos de cañas diferentes a las anteriores. Se desconocen sus características en lo que respecta a resistencia a las principales enfermedades que atacan al cultivo, pero se ha encontrado un amplio margen de susceptibilidad-resistencia dentro de las variedades conocidas.

#### *Saccharum barberi*

Jeswwit, citado por Sánchez (1972), incluye cañas procedentes de la India, estas cañas son delgadas, con entrenudos cortos, cilíndricos y vigorosos sistema radicular. Algunas variedades presentan resistencia a enfermedades como: pudrición de las raíces, pudrición roja.

#### *Saccharum sinense*

Jexit y Roxburgh, citados por Sánchez (1972), incluyen dentro de ellas a las variedades japonesas y China del tipo de Cuba, tienen tallos largos, delgados, algunas presentan brotes o macollos por planta o cepas, bajo contenido de azúcar, alto contenido de fibras.

#### *Saccharum officinarum*

Lineo, citado por Sánchez (1972) incluye todas las variedades cultivadas en los trópicos conocidos con el nombre de nobles. Este grupo está constituido por cañas suaves, gruesas, con un alto contenido de azúcar, baja en fibra y con magnífica cualidades para la molienda.

#### *Saccharum spontaneum*

Lineo, citado por Sánchez (1982) menciona que todas las variedades de cañas silvestres o salvajes en las islas del pacífico sur del Continente Asiático generalmente semejan pastos ordinarios con tallos cortos y delgados.

## **V. DESCRIPCION BOTANICA**

La caña de azúcar es una planta perenne de gran tamaño que Lineo (1753) clasificó correspondiente a la familia Graminea, Tribu Andropogonae, y cuyo nombre genérico *Saccharum officinarum*. Su altura varia de 1.5 a 5.0 metros, de coloraciones diversas (vede, amarillenta, violácea, rojiza ) unas veces de tinte uniforme y en fajas (veteada) otros.

Generalmente se presenta en forma de mata, se propaga por partes vegetativas (en forma sexual); y se desarrolla en zonas tropicales y subtropicales.

### **5.1. MORFOLOGIA**

#### **5.1.1. Raíz**

Como las de todas las gramíneas, las raíces de la caña de azúcar son fibrosas y laterales, extendiéndose en todas direcciones. La caña tiene dos tipos de raíces que proceden de manera siguiente: las primordiales se originan de los meristemas radicales de la banda de las raíces en los entrenudos del trozo de semilla, son delgadas, no manifiestan polaridad y sin dominancia. Funciona durante un período que termina con la germinación, desarrollo y distribución de las raíces *permanentes* emitidas por el macollo, que son gruesas, menos fibrosas, con rápido crecimiento y protegidas por la cofia que las capacita para penetrar entre las partículas del suelo. Cuando este sistema de raíces permanentes es suficiente para alimentar a la nueva planta, las funciones de las raíces primordiales de la semilla cesan y se inicia su deterioro.

La germinación de los primordios radicales es esencial para que en la yema se inicie un proceso de elongación por acción de hormonas y se forme un tallo o macollo.

La formación de raíces adventicias se considera como una característica desfavorable en una variedad. La formación y producción de raíces es función de la edad, variedad y ambiente.

La porción del tallo que se siembra tiene alrededor de la yema una banda de primordios de raíces. Estas se desarrollan rápidamente, formando un sistema de raíces finas, muy ramificadas, que sostienen y alimentan a los brotes hasta que estos desarrollan sus propias raíces. De los entrenudos inferiores del tallo central y de los brotes laterales salen raíces cilíndricas, gruesas y blancas, que reemplazan por completo a las formadas en la cepa original.

El desarrollo del sistema radicular varía en los diferentes clones. Las raíces se dividen en dos grupos:

**Superficiales:** cuya función principal es la absorción de agua y sustancias nutritivas y son las más abundantes

**De anclaje.** Que crece en ángulo aproximado de 45° y penetran más profundamente en el suelo(León, 1987).

### **5.1.2. Tallo.**

Como sucede con numerosos gramíneas, la caña de azúcar forma cepas, matas o macollos, constituidos por la aglomeración de tallo que se originan, primero, de las yemas u ojos de la semilla y posteriormente, de los brotes laterales que se originan de las yemas del rizoma o tallo subterráneo de la cepa formada.

Individualmente, los tallos son más o menos erectos, de longitud variable, formados por porciones o unidades sucesivas de tallos llamados entrenudos o canutos, separados uno de otro por zonas prominentes notables denominados nudos. El número y tamaño de los canutos es variables, encontrándose los de mayor longitud en la parte media y los menores en sus extremos.



**La clasificación de los tallos en:**

Cortos. Su longitud corresponde hasta 2 metros

Medianos. Entre 2 a 3 metros de longitud.

Largos. Corresponde más de 3 metros de longitud.

**Por su habito de crecimiento, los tallos se clasifican en :**

Erguidos.- Cuando crecen verticalmente.

Reclinados.- Cuando lo hacen oblicuamente.

Postrados.- Al llegar la planta a cierta edad, apoya su tallo sobre  
Una porción de los entrenudos inferiores.

Rastreros.- Cuando los tallos crecen más o menos tendidos en el  
Suelo.

**Por su grosor los tallos se clasifican en:**

Delgados.- Cuando el diámetro es menor de 3 centímetros.

Medio Delgado.- El diámetro es de 3 centímetros.

Grueso.- El diámetro varía entre 4 y 4.5 cm.

Muy Grueso.- Cuando el diámetro es mayor.

De acuerdo con las variedades de que se trate, los tallos pueden ser de color entero, si el tono es amarillo claro, amarillo intenso, amarillo verdoso, verde claro o de matiz intermedio; de color obscuro entero, cuando es rojo, violeta, morado, púrpura o con matices intermedios; variegados, cuando en los tallos se presentan estrías o rayas longitudinales.

**Por su formación, el nudo puede ser:**

Liso o erecto.- Cuando presenta el mismo diámetro que el  
entrenudo.

Constricto o sumido.- Cuando el diámetro es mayor y propicia el  
entrenudo tenga apariencia de barril.

Hinchado o Saliente.- Cuando el diámetro es sobresaliente al de  
los entrenudos contiguos.

La región del nudo comprende de arriba hacia abajo las partes siguientes:

- 1.- Anillo de crecimiento.
- 2.- Banda de raíces.
- 3.-Cicatriz foliar o de la vaina
- 4.- Nudo.
- 5.- Yema u ojo.
- 6.- Anillo ceroso.

### **1.- Anillo de crecimiento.**

Presenta una coloración que generalmente difiere a la del entrenudo y típicamente es una zona de transición, constituida por tejido meristemático, en el que se origina el alargamiento o crecimiento del entrenudo.

### **2.- Banda de raíces.**

Es una zona pequeña que se presenta inmediatamente arriba del nudo y en la cual se localiza una serie de manchas con aureola, colocadas en hileras y en número que varía de 1 a 3, cubierta con tejido cortical muy delgado; corresponden a cada mancha núcleos de tejido meristemático que, bajo condiciones adecuadas del medio, originan las primeras raíces de la semilla o raíces primordiales.

### **3.- Cicatriz foliar o de la vaina.**

Ordinariamente rodea el nudo después de que la hoja se ha secado y separado del tallo. De manera general se pueden observar sobre esta cicatriz, restos o trazas de tejido así como haces fibrovasculares rotos, pertenecientes de la vaina.

### **4.- Nudo.**

Es la porción dura de la caña y está constituido por tejido fibroso que en forma de disco separa a dos entrenudos vecinos en el tallo.

## **5.- Yema u ojo.**

Es el órgano más importante de la semilla, por su capacidad de generar por crecimiento vegetativo, una planta semejante a la original. Por su posición en el tallo, la yema puede estar sobre, en medio o bajo de la cicatriz de la vaina; puede ser corta o larga, ancha o angosta, aplanada, prominente o hundida. Por su forma puede ser alargada, triangular, abovedada, pentagonal, redonda, rectangular, romboide, ovoide y picuda o en espolón

## **6.- Anillo ceroso.**

Se localiza abajo del nudo y su presencia puede ser notoria o imperceptible. Esta capa de cera varía en las distintas variedades de caña, aun cuando toda la superficie del entrenudo se encuentra cubierta con este material. La cera se acumula en la región superior del entrenudo y forma un anillo.

El tejido epidérmico del entrenudo es generalmente glabro o lampiño, puede o no presentar grietas corchosas que, al ocurrir, pueden ser pequeñas o profundas, originas por el crecimiento exterior del tallo. En el caso de la caña, el aumento en diámetro es de adentro hacia fuera, ya que no existe zona del ***cambium***.

### **5.1.3. Hoja.**

Las hojas en la caña son alternas, colocadas más o menos en el mismo plano de adherencia al nudo; ocasionalmente difiere esta colocación, pues se han observado casos con un arreglo foliar en espiral. La hoja esta constituido por el limbo y la vaina. La vaina semeja la forma de un tubo, más ancha en su zona de inserción, reduciendo gradualmente su tamaño hacia la zona de unión con el limbo. El lado externo de la vaina es de color verde, frecuentemente cubierto de pelos o ahuate, mientras el interno es liso y glabro, con haces fibrovasculares espaciados y sin nervadura central (Sánchez, 1972).

Las hojas de la planta de caña son la fábrica donde las materias primas agua, dióxido de carbono y nutrientes se convierten en carbohidrato bajo la

acción de la luz del sol, las hojas, unidas a los nudos del tallo, son laminas largas y planas, que se sostienen por la nervadura central. Son generalmente de 3 a 5 pies de largo y varía de media pulgada a 4 pulgada de ancho, según la variedad.

**Las tres principales funciones de la hoja son:**

- a).- La manufacturación de carbohidratos (fotosíntesis).
- b).- La síntesis de carbohidratos en otros alimentos para la planta, especialmente compuestos Nitrogenados.
- c).- La transpiración.

El número de hojas verdes es pequeño en las plantas jóvenes y aumenta a mediada que los tallos crece hasta un número máximo de 10 a 15, dependiendo de la variedad y de las condiciones de crecimiento. La vaina o parte inferior de la hoja que está pegada al tallo en el nudo, es el soporte de la lámina de la hoja. Es de forma tubular más ancha y gradualmente se estrecha hacia la banda ligular. La exterior de la vaina es verde y a menudo cubierta de pelos, en tanto que la cara interior es de color claro. Extendiéndose a través de la vaina de la hoja están los manojos vasculares, o sea el tejido conductor de la planta(Humbert, 1974).

La adherencia de la vaina al tallo difiere en las cañas cultivadas, en algunas, a medida que las hojas mueren y se secan, la vaina se separa o suelta del tallo desprendiéndose del nudo. Se dice entonces que la caña despega bien, pues el agua que pueda caer en las vainas propicia la germinación de las yemas y raíces adventicias(Benvenuto, 1981; Ochse *et al*, 1982).

#### **5.1.4. Inflorescencia.**

La inflorescencia de la caña es una panícula con su eje central cilíndrica y liso en la parte inferior, aristado y sinuoso en la sección en que se insertan las ramillas floríferas. El eje central parte ramillas primarias en grupos, a un mismo nivel. Estos grupos forman semicírculos en la parte inferior de la inflorescencia; son compactados y forman círculos en la parte superior. Las espiguillas se insertan en pares en estos ejes, a veces desde la base; una espiguilla es sésil, la otra lleva un pedicelo corto. Lo más llamativo en las inflorescencias de la caña son los pelos largos y sedoso que salen de la base de las espiguillas. Cada espiguilla se compone de dos brácteas basales, las glumas, una interna y otra externa(León, 1987).

Cada espiguilla contiene una flor hermafrodita, el ovario es de forma ovalada y lleva en sus extremos un pistilo bifido de estigmas plumosos de color rojo púrpura, dentro de él se encuentran un solo óvulo unido por una placenta ancha. El elemento masculino está formado por tres estambres filamentosos blancos y delgados en cuyos extremos se insertan las antenas. Estas están divididas en dos lóbulos por una depresión longitudinal central que forra a la línea de dehiscencia por donde sale el polen cuando llega a la madurez. Las anteras son de color amarillo al principio y moradas cuando están maduras, si permanecen de color amarillo, es indicio de que no contienen polen o de que son estériles(Cabrera, 1944).

Cada flor está sustentada por dos brácteas y rodeadas en su base por numerosos pelos. Una de estas brácteas tiene especie de quilla formando la gluma interna. En el interior de la gluma se encuentra una lema estéril que envuelve una palea pequeña. En la base de la flor y dentro de la gruma interna existen dos gruesos lodículos hiliados que viene a constituir los vestigios del periantio; a ello se debe la apertura de la flor. La flor de la caña está colocada por pares en disposición alterna a lo largo de los ejes, una es sésil u otra pedicelada. Los granos del polen son de 30 a 40 micras de diámetro y de forma

más o menos esférica. Su cloración varía en su estado de madurez y con la variedad(Cabrera, 1994).

### 5.1.5. Fruto.

La semilla o fruto es una cariósida, es de forma elíptica que presenta en el embrión una ligera depresión, en extremo inmediato al embrión está la cicatriz de la semilla mientras que en el opuesto los residuos del estilo, el fruto es de color blanquecino antes de la madurez y amarilla cuando madura (Cabrera, 1944).

El término semilla usado en la industria, se refiere a los trozos de caña que normalmente usan para la propagación vegetativa, que hace inapropiado dicho término en la práctica ya que, hablando en forma estricta, esta semilla no es más que un trozo de caña(Ochse *et al*, 1982).

**Cuadro 3 .** Composición química del tallo.

Componentes químicos	Porcentaje
Agua	73
Cenizas (óxido de Si, K, Na, Ca, Mg, P, S y Vestigios de Cl).	0.50
Azúcar:	13.5
- Sacarosa	12 %
- Dextrosa	0.90 %
- Levulosa	0.60 %
- Cuerpos nitrogenados	0.40 %
Grasas y ceras	0.20
Acidos libres (málico, succínico)	0.08
Acidos combinados	0.12
Pectinas y gomas.	0.20
<b>T o t a l</b>	<b>100.00</b>

Si: silicio

P: fósforo

Mg: magnesio

K: potasio

Ca. Magnesio

Cl: cloro

Na.: sodio

S: azufre

Fe: fierro

## **VI. ASPECTOS FISIOLÓGICOS.**

### **6.1. GENERALIDADES**

La planta de caña de azúcar es capaz de almacenar en forma de energía química un máximo de energía solar. La emigración de los hidratos de carbono en los tallos se realiza por la noche y durante el día, y puede alcanzar una velocidad de 40 cm por hr.

La concentración mayor de sacarosa está en la parte media de cada tallo y en los entrenudos, formando el alimento de reserva. Aunque las raíces son los principales órganos de absorción, las hojas pueden aprovecharse el rocío de la noche en la época de sequía y los elementos minerales de fertilizantes foliares.

Según la edad, un tallo con sus hojas puede transportar diariamente 200 a 750 cm<sup>3</sup> de agua. Cuando la transpiración es mayor que la absorción, las hojas se enredan y se enrolla de manera que disminuye la pérdida de un 10 a 20% (SEP, 1983).

### **6.2. Germinación.**

La germinación por lo general se efectúa entre la tercera y la cuarta semana de verificada la plantación. La velocidad en la germinación y desarrollo de las yemas se reduce a temperatura del suelo inferior a 18° C, y cuando ésta es de 6° C el desarrollo prácticamente cesa. La germinación termina con la emisión de las raíces primordiales que se originan de los meristemas radiculares de la banda de raíces en los entrenudos del tallo de la semilla (Cabrera, 1944, Sánchez, 1972).

Valdés y Roque, (1980), mencionan el resultado de germinación a diferentes edades, se observa que la semilla de 6 meses presenta mayor intensidad de la germinación entre los 15 y 28 días de la siembra, y la semilla de 9 y 12 meses entre los 21 y 24 días muestran deficiencia con la semilla de 6

meses, tanto en la rapidez como el porcentaje de germinación. Se encontró que a medida que aumenta la edad de la semilla, disminuye la germinación.

La semilla de caña de azúcar, en buenas condiciones de temperatura y humedad, germinan en dos días. Durante la germinación y el desarrollo de la plántula, se observan aproximadamente las fases siguientes:

<b>Días</b>	<b>Fases</b>
2o	Nace raíz primaria
3o	Nace el coleptilo
7o	Nace la primera hoja (rompiendo el coleptilo)
10o	Nace la segunda hoja.

### **6.3. Crecimiento.**

El crecimiento es frecuentemente considerado en término de alargamiento. Pero en un amplio sentido ello implica el aumento de materia seca y de peso fresco y, por consiguiente, de volumen. Sin embargo, tales aumentos no ocurren necesariamente en etapas paralelas. Durante un período de sequía, por ejemplo, el alargamiento del tallo se detiene mientras que la asimilación continúa, resultando de allí un aumento de materia seca. Después del período inicial de la germinación de las yemas, cuando el desarrollo del tallo y de las raíces se manifiesta a expensa de los nutrientes almacenados en los trozos de caña utilizando como semilla, ocurre lo contrario; esto es, el aumento de tamaño está asociado a un decremento relativo de la materia seca total.

Entre tanto, como el tallo de la caña no presenta desarrollo secundario, su aumento en alargamiento es más o menos proporcional al aumento en volumen, con algunas excepciones como los casos en que el diámetro de los entrenudos no es uniforme en el mismo tallo, o cuando hay condiciones anormales de crecimiento que provocan que los diámetros de los entrenudos presentan variaciones grandes en las regiones afectadas (CNIA, 1976).

El crecimiento de la planta está manejado por un complejo de hormonas y elementos externos cuya medida y respuesta es difícil determinar, tales como: lluvia, humedad relativa, la fluctuación de temperatura y la longitud del día en las regiones cañeras. Dentro del ciclo vegetativo de la caña, el crecimiento



representa un aumento en su masa aun cuando este se manifiesta en forma de un desarrollo lento(Sánchez, 1972).

El período de crecimiento dura desde algunas semanas hasta varios meses. Cuando la planta se aproxima a su madurez, el número de hojas disminuye y el crecimiento se hace lento(Quiñones, 1979).

Sánchez (1972), menciona que en la caña se conocen tres procesos de crecimiento: División, diferenciación y elongación celular, estos dan lugar a nuevas células y tejidos cuyo origen se sitúa en el meristemo apical de la yema terminal o cogollo. Este crecimiento no se realiza a velocidades uniformes, es lento después de la germinación de la yema y primordios radiculares, para posteriormente alcanzar su máximo durante los meses de calor y humedad abundante.

#### **6.4. Desarrollo.**

El desarrollo es una serie de transformaciones de tipo morfológico y fisiológico que ocurren en la planta en forma continua. El clima y los factores que en él intervienen tales como temperatura, luminosidad, humedad relativa y capacidad de campo del suelo cultivado, determina el desarrollo y producción de cosecha. El gran período de desarrollo se basa en que durante las primeras fases, los órganos de asimilación y absorción están constituidos por hojas y raíces muy pequeñas que desempeñan sus funciones en forma limitada produciendo materia también limitada. A medida que estos órganos aumentan en número, tamaño y área, las funciones metabólicas de la planta crecen correspondiéndola un aumento en materia, tamaño, y peso (Sánchez, 1972).

#### **6.5. Maduración.**

La maduración no se determina con la floración porque muchas variedades apenas si florecen y otras lo hacen varios meses antes de que la caña esté completamente madura (Ochse, et al, 1982).

En la caña, la maduración es de dos tipos: industrial y fisiológicas. La industria ocurre cuando la materia prima exhibe un óptimo de sacarosa en sus jugos. La fisiológica, cuando se forma la panícula o inflorescencia, continuación del crecimiento y de la yema terminal o cogollo al término del desarrollo vegetativo de las plantas (Sánchez, 1972).

Los reguladores de crecimiento en el cultivo de la caña de azúcar, pueden usarse de varias maneras: inmediatamente o cinco meses antes de la cosecha, y al volver a brotar el cañaveral. Cuando se usan inmediatamente antes de la cosecha, acelera la madurez y la deposición de azúcar en la parte superior de la caña. La aplicación de 4 a 5 meses antes de la cosecha aumenta el rendimiento de 15 a 20%, con este uso se alargan los entrenudos y almacena más azúcar, y por consecuencia, mayor producción de azúcar por hectárea de caña (Traub, 1981).

En México se ha desarrollado un programa de control de la madurez que consiste en el manejo de agua, control de la fertilización, para forzar la conversión de azúcares reductores en sacarosa recuperable (Humbert, 1983).

## **6.6. Floración.**

La floración de la caña de azúcar, o sea la iniciación del proceso reproductivo, es un factor importante en la producción. Los cambios en el metabolismo que tiene lugar a la iniciación del botón floral ocasionan cambios maduros en el crecimiento de los tallos. La suspensión del desarrollo termina después de la floración reduce la capacidad del tallo para producir azúcar.

La caña de azúcar florece sólo bajo la influencia de días cortos. Los fisiólogos han intentado demostrar la naturaleza hormonal de la iniciación floral. Existe la evidencia que existe una sustancia química o grupo de sustancias que controlan la iniciación floral. La auxina, hormona de crecimiento de las plantas, se sabe que disminuye en la época de la floración. La floración está indicada por una reducción simultánea aparente en la absorción por la raíz, un cambio interno del balance de agua y la distribución de los nutrientes orgánicos e

inorgánicos. El abastecimiento de carbohidratos de las raíces y su relación de absorción descienden comúnmente a bajos niveles. En el período de la iniciación floral en los tejidos vasculares sufren modificaciones estructurales complicada, y el punto de crecimiento de tallo (yema apical) se transforma en el botón floral (Humbert, 1974).

La floración de cada caña de azúcar es más precoz y profusa cerca del mar, así como en colinas ubicadas a pocos kilómetros de las costas. Los factores principales que determinan la floración son la longitud del día, altura sobre el nivel del mar, temperatura y humedad. El período de floración es deficiente según el clon, habiendo tipos tardíos o tempraneros; es también característica clonal la hora del día en que se abren las flores y el tiempo que permanecen abiertas. La floración interrumpe el crecimiento terminal de los tallos y causa la maduración precoz que permite una cosecha temprana. Existen productos químicos como Reglone, Ethrel, Polado, etc, que se aplican para reducir la floración (Humbert, 1984; León, 1987).

#### **6.7.1. Control de Floración.**

La floración en algunas regiones de México es un grave problema para el cultivo, pues limita el crecimiento y tonelajes de la planta en el campo.

Cuando se dispone de variedades que florecen, es necesario evitarlo. Los factores son variables como la temperatura, la humedad y el estado nutricional deben ser considerados para lograr regular la intensidad de la floración.

- **Control de la floración con la luz.**

No se ha inventado ningún medio práctico para controlar por iluminación la floración en los campos de caña. Los reflectores que se usan en el ejército no parecen prometedores. En las estaciones de mejoramiento se construyen recintos oscuros en los cuales se controla la longitud del día a la caña sembradas en macetas, así se evalúan variedades para obtener híbridos con alto contenido de sacarosa y que no florecen.

- **Control de la floración con fertilizantes.**

La floración se relaciona directamente con el desarrollo vegetativo, es lógico suponer que la adición de fertilizantes en época adecuada conserva la caña en estado vegetativo y previene la floración.

- **Control de la floración con el manejo de riego.**

La humedad es un factor en el control de la floración. Por lo tanto, es necesario suspender riegos, con el objeto de asegurar suficiente tensión de la humedad dentro de la planta para evitar la floración. La baja humedad en los tejidos reduce aproximadamente a la mitad de lo normal la longitud de uno a dos entrenudos, pero esta pérdida se recupera por el crecimiento superior al normal de los canutos nuevos después que se reanudan los riegos.

- **Control de la floración con productos químicos.**

Por lo general se han usado sustancias químicas para controlar, la floración. Se sabe que muchas sustancias químicas pueden ser efectivas para reducir el porcentaje de la floración de la caña. Muchas sustancias químicas, como los aceites, cuyos asperjados queman los tejidos en forma severa, ocasionan la detención en el crecimiento y reducción de la iniciación floral.

La hidrozida maleica detiene temporalmente el crecimiento y también reduce la floración. Sin embargo no tan satisfactorio.

El ácido - naftalenacético, químicamente relacionado con las auxinas, produce ligeras reducciones en la floración.

El CMU aplicado a la dosis de 5 lb/acre del material al 80%, es efectivo para controlar la floración y actúa con rapidez para impedir la floración; esto se puede aplicar el control de los intervalos de riego como procedimiento más barato para impedir la floración (Humber, 1974).

## **VII. CONDICIONES CLIMATICAS Y EDAFICAS**

### **7.1. CONDICIONES CLIMATICAS.**

#### **7.1.1. Altitud.**

La caña de azúcar adquiere su óptimo desarrollo en las zonas tropicales; en las regiones subtropicales se desarrollan aún cuando sus rendimientos sean menores. Referente a la altura, la siembra de la caña de azúcar se cultiva desde unos cuantos metros sobre el nivel del mar, hasta menos de 1800 msnm (Quiñones, 1979).

Cabrera (1944), menciona que la caña adquiere su óptimo desarrollo en regiones subtropicales. Referente a la altitud, la caña se cultiva desde cuantos metros sobre el nivel del mar hasta 1600.

#### **7.1.2. Latitud.**

FAO (1980), menciona que el cultivo de la caña de azúcar se encuentra comprendida entre 30° LN y 40° LS. Al límite norte comprende las regiones de los estados Unidos de Norteamérica y España; y al límite Sur se encuentra: Argentina, Australia y otras zonas.

#### **7.1.3. Clima.**

La caña de azúcar es una planta propia de las regiones tropicales soleadas, que soporta temperatura elevadas. La temperatura, la humedad y la insolación son factores determinantes para el desarrollo de la caña de azúcar. Durante el invierno la caña retrasa su desarrollo aproximadamente en un tercio en relación con el verano, y este retraso más que al descenso de la temperatura, se debe a la reducción de la insolación, ya que en el invierno los días son más cortos, es decir, las horas – Luz tienden a reducirse (Azúcar, S.A. de C.V., 1985).

Según Mangelsdorf (1950), citado en Gracia (1973), las características de un clima para la caña de azúcar son:

- a).- Un verano largo y caliente, con lluvia adecuada durante el período de crecimiento.
- b).- Un clima seco, soleado y frío pero sin heladas, en la época de maduración y cosecha.
- c).- Ausencia de huracanes y vientos fuertes.

#### **7.1.4. Temperatura.**

Indices térmicos para la germinación y desarrollo de la caña de azúcar son las siguientes:

- a).**- Margen de germinación óptima: De 32 a 38° C.
- b).**- Margen óptimo de germinación para el desarrollo y absorción de nutrimento; 27° C.
- C).**- Margen de desarrollo normal de la caña: De 21 a 38° C.
- d).**- Margen en que la caña retarda su desarrollo: De 10 a 21° C.
- e).**- Margen en que la caña paraliza sus funciones: Menos de 10°C.
- F).**- Margen en que la caña se daña: Menos de 2° C.

(García, 1973.)

#### **7.1.5. Precipitación pluvial.**

De acuerdo con las condiciones de las zonas cañeras de México, varía de 4.58 mm por días (2,000 mm por año), a 6.84 mm por día (2, 500 mm por año) y para un año tiene sus fluctuaciones; pero se ha determinado los Indices siguientes.

- a).**- Las zonas con precipitación pluvial menor de 1, 500 mm anuales y mal distribuida, requieren riegos de auxilio.
- b).**- La necesidad de agua de caña varía en clima templado cálido (sub-tropical), de 3.8 a 8.6 mm por día, en un año. Completo.

c).- La necesidad de agua de caña varía en clima cálido de 4.8 a 8.9 mm por día, en un año completo.

d).- En México el promedio general acusó valores de 5.48 a 6.84 mm por día, en un año completo.

### **Humedad y Requerimiento de agua.**

Los intervalos de riego dependen de las necesidades de agua de la planta que depende de la estación, la disponibilidad de agua y la capacidad de almacenamiento del suelo (Humbert, 1974).

Azúcar, S.A de C.V. (1985) menciona que todos aquellos suelos en que el drenaje del subsuelo es adecuado, las condiciones de saturación en la zona de las raíces de la caña desaparecen antes de que las mismas sufran algún daño.

El agua aprovechable por las plantas es la que puede moverse por acción de las fuerzas de gravedad y de capilaridad.

### **7.1.6. Luminosidad.**

Desde el punto de vista del crecimiento, la intensidad de la luz afecta el complejo enzimático de la planta; bajo un sol brillante, los tallos son más gruesos pero más cortos, las hojas más verdes y se estimula el amacollamiento en la planta; por el contrario, su tallo es más largo y débil, con hojas delgadas y angostas, color verde amarillento, disminuyendo la materia seca; los tallos son más suculentos y pobres en sacarosa. La longitud del día es muy importante para la planta, afecta su metabolismo e interviene directamente en la floración (Sánchez, 1972).

Azúcar, S.A. de C.V. (1985) reportó que la intensidad de la luz es un factor importante para determinar las características y proporción del desarrollo de las plantas. Se ha observado desde hace muchos años que la floración ocurre aproximadamente en la misma época cada año. Es decir, se presenta

por lo general durante la segunda quincena de octubre y primera semana de noviembre.

## 7.2. CONDICIONES EDAFICAS.

### 7.2.1. Profundidad del suelo.

La caña de adapta satisfactoriamente a todo tipo de suelo (desde 70 por ciento de arcilla hasta 75 por ciento de arena). En general, se prefieren los migajones arcillosos, aun cuando los suelos más ligeros tengan la definitiva ventaja de un mejor drenaje natural.

Los suelos livianos y permeables favorecen la maduración y el transporte en las cosechas. Sus principales exigencias son: cierta profundidad, aereción y un pH que no sobre pase límites normales. Siendo la base del rendimiento de la caña de azúcar el desarrollo de un sistema radicular abundante y profundo, se requerirá el medio adecuado para dicho desarrollo. Según distintos investigadores, el 85% de las raíces de la caña se concentra en los primeros 60 cm de profundidad. De una octava a una novena parte de los pelos radiculares se desarrollan en los primeros 30 cm alrededor de la planta.

**Cuadro 4.** Los suelos más favorables se han establecido los siguientes Indices o clasificación:

PROFUNDIDAD DEL SUELO.	
Indices o Clasificación	Características.
Suelos no cañeros:	Menos de 30 cm. de profundidad.
Suelos cañeros de segunda clase:	De 30 a 60 cm. de profundidad.
Suelos cañeros Medianos:	De 60 a 90 cm. de profundidad.
Suelos cañeros de primera clase:	Mas de 90 cm. De profundidad.

(García, 1973.)



FAO (1980), menciona que, la caña no necesita un tipo específico de suelo, los mejores son los que tienen más de un metro de profundidad, aunque es posible un enraizamiento que llega a una profundidad de 5 m. El suelo debe estar perfectamente bien aireado y un contenido total de agua disponible en un 15% o más. Cuando existe una capa freática debe estar a una profundidad mayor de 1.5 a 2.0 m de la superficie.

### **7.2.2. Salinidad.**

La salinidad afecta el desarrollo de la caña de la siguiente manera:

**a)** Las sales reducen la proporción y cantidad de agua que pueden ser absorbidas por las raíces de las plantas, como resultado de un aumento progresivo de la presión osmótica.

**b)** El retardo en el desarrollo. El uso de aguas con alto contenido de sodio y otras sales ocasionan desfavorables condiciones físicas. La estructura del suelo se deteriora, los agregados se desintegran y los suelos tienden a compactarse cuando están húmedos impidiendo el movimiento del agua y del aire. Cuando están secos los suelos forman costra y al barbechar se fraccionan en terrones duros que no forman una cama deseable para la caña.

La salinidad se observa frecuentemente cuando la caña se cultiva en suelos de zonas áridas y semiáridas. Algunas sales que son inofensivas a bajas concentraciones pueden ser tóxicas para la caña a altas concentraciones. El boro y el litio son ejemplos de iones que son tóxicos aun en cantidades relativamente pequeñas y los iones de cloruro, sodio y bicarbonatos son ejemplos de iones tóxicos cuando se presentan en altas concentraciones.

Las sales de los suelos salinas pueden ser removidos por lavado con el agua de riego que las arrastra debajo de la zona de la penetración de las raíces mejorando las condiciones de crecimiento.

También se puede rehabilitar con yeso o azufre. El calcio y el yeso reemplazan el sodio absorbido en el complejo intercambiable mejorando las propiedades físicas del suelo. Si contiene carbonato de calcio, la adición de

Azufre libera calcio soluble que efectúa la misma reacción, y el sulfato de sodio resultante puede ser fácilmente lavado (Humbert, 1974).

Azúcar, S.A. de C.V. (1985) proporciona los siguientes datos de los límites de salinidad, adoptados para las áreas cañeras y en nuestro estudio edafológicos son como sigue:

**Cuadro 5.** Límites de salinidad adaptadas para las áreas cañeras.

<b>Concentración de Sales</b>	<b>Interpretación.</b>
Menos de 0.2 %	Suelos libres de sale
0.2 a 0.35 %	Suelos de baja concentración salina
0.35 de 0.65 %	Suelos de moderada concentración de sales
Más de 0.65 %	Suelos de fuerte concentración salina.

### **7.2.3. Reacción del suelo (PH).**

La caña de azúcar prefiere los suelos neutros o ligeramente alcalino, con un pH de 6.8 a 7.0, puede cultivarse relativamente bien en límite de 5.5 a 7.5 (FAO, 1980; SEP, 1983).

Córdoba (1972) reporta que la caña soporta pH bajos (4.5). La mejor producción se obtiene cuando el pH varía de 6 a 7. En 7 se obtiene mayor peso de materia seca y en 6 materia verde.

### **7.2.4. Drenaje.**

El drenaje propicio la aireación y mejora la estructura del suelo; es básico en la salud de las plantas y condiciona normalmente su habilidad-capacidad para emitir raíces y forma un sistema radicular vigoroso en los suelos donde se siembran. El drenaje superficial e interno es una característica del suelo que influye definitivamente en el desarrollo de la caña de azúcar y ocupa un lugar

determinante en las transformaciones físico-químico que ocurre en el suelo preparado para recibir la semilla. En un suelo mal drenado, el agua se posesiona de parte del total del volumen de los espacios vacíos existentes, que en un suelo seco normalmente se encuentran vacíos.

Cuando el agua se estanca en la parte baja impermeable de un suelo y su textura se encuentra saturado, se presentan condiciones inadecuadas para el desarrollo de las raíces debido a la falta de oxígeno. La finalidad fundamental del drenaje asegura, entre otras cosas, una libre circulación de la atmósfera en el área ocupada por las raíces de la caña, así como el mantener una población saludable de microorganismos que descompongan o degraden la materia orgánica para producir nutrientes o productos coloidales que mejoren su estructura y capacidad (Sánchez, 1972).

Los niveles del manto freático son relativos y basados en condiciones de riego, los cuales en un momento dado pueden provocar el ascenso perjudicial del manto freático. En zonas de temporal varían estos niveles en esta zona.

**Cuadro 6.** Clasificación del drenaje para suelos cañeros.

<b>A) Superficie o externo</b>	
Clasificación	Características
Normal:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si el agua de lluvia o de riego se infiltra con facilidad y no causa erosión alguna.</li> <li>• Si después de la lluvia o riego quedan encharcamientos que tardan tiempo en desaparecer.</li> <li>• Si forma corrientes superficiales con deslaves (erosión) con partes infiltraciones, o bien la pendiente no da salida a las aguas superficiales.</li> </ul>
Mediano:	
Excesivo o Malo:	
<b>B) Interno o profundo</b>	
Normal:	Manto freático a más de 4 m de profundidad.
Mediano:	Manto freático entre 3 a 4 m de profundidad.
Malo:	Manto freático entre 2 a 3 m de profundidad.
Pésimo:	Manto freático a menos de 2 m de profundidad.

(García, 1973).

### **7.2.5. Nutrientes.**

La caña de azúcar tiene elevadas necesidades de nitrógeno y potasio y relativamente menores de fósforo, es decir, de 100 a 200 kg./ha de N, de 20 a 90 Kg./ha de P, y de 125 a 160 kg./ha de K, para un rendimiento de 100 toneladas de caña por hectárea; pero los niveles de aplicación son a veces superiores. En la madurez, el contenido de nitrógeno en el suelo debe ser más reducido posible para una buena recuperación del azúcar, especialmente cuando el período de maduración es húmedo y cálido (FAO, 1980).

Humbert (1974), considera que las plantas de caña en buenas condiciones cuando tienen hojas grandes de color verde, entrenudos largos y de buen diámetro y un sistema radicular sano y bien desarrollo.

Las plantas que no tienen un crecimiento satisfactorio están achaparrándose y frecuentemente presentan síntomas de desastre. El mal crecimiento de la caña puede ser debido a deficiencias de uno o más de los nutrientes esenciales o en muchos casos a toxicidad. El crecimiento y desarrollo de la parte aérea de la caña depende en una gran medida del desarrollo del sistema radicular.

Ochse, *et al* (1974), menciona que, solamente los suelos muy fértiles como los recientemente desmontados, o las tierras pantanosas recientemente rehabilitados, no necesitan fertilizantes. El mantener la fertilidad del suelo, es de la mayor importancia. Sin embargo, con frecuencia se obtiene año con año una cosecha de un suelo sin restituirle siquiera parte de los elementos que se remueven del mismo. Las investigaciones realizadas en Mauricio han demostrado que cada tonelaje de caña cosechada para molienda, remueve del suelo 0.66 Kg de nitrógeno, 0.4 Kg de ácido fosfórico y 1.5 Kg de potasa. El tipo y cantidad de fertilizantes depende de las necesidades del suelo por ciertos minerales. En general, el nitrógeno es el elemento que primeramente aparece como deficiente, aun cuando existen muchos suelos que son deficientes en fósforo o potasio.

### **7.2.6. Elementos Mayores**

El nitrógeno (N), el fósforo (P), y el potasio (K), son elementos que las plantas consumen en mayores cantidades por lo cual se agotan más rápidamente en el suelo y, consecuentemente, tiene que agregar por medio de los fertilizantes. Cuando alguno de ellos falta en la planta, ésta muestra su carencia externando determinada sintomatología.

#### **Nitrógeno (N).**

Sánchez (1981) menciona que el nitrógeno es el elemento nutritivo que con mayor frecuencia limita los rendimientos en los trópicos así como en la región templada. Las adiciones de nitrógeno al suelo se originan de la lluvia, polvo, fijación simbiótica y desechos animales y humanos. Las pérdidas de nitrógeno en el suelo se deben a la volatilización, lixiviación, erosión, absorción de las plantas.

Ochse, et al, (1974), menciona algunos materiales usuales y a su utilización de Nitrógeno: Nitrado de sodio, sulfato de amonio, nitrato de amonio, urea y amoníaco ya sea como gas o disuelto en agua. Las formas de nitrógeno indicadas se deben de aplicar superficialmente sólo cuando las yemas han brotado y las pequeñas plantas han alcanzado un tamaño tal, que se pueda considerar que tienen un sistema radicular suficientemente grande para asimilar el fertilizante con rapidez. La primera aplicación se puede hacer durante el primer cultivo y antes del primer movimiento de suelo hacia el surco; la segunda, de 4 a 6 semanas después de la primera o sea justamente antes del segundo movimiento de tierra.

#### **Deficiencia.**

Ocurre en la molécula de la clorofila y también forma parte de las proteínas. La deficiencia de nitrógeno se aprecia en que la planta no se desarrolla normalmente, presentando un aspecto amarillento, maduran en un

plazo que no es normal, las hojas han perdido en forma gradual y uniforme su color verde característico, tornándose en amarillo pálido, en las puntas de las hojas se notan una marchitez la cual va avanzando hacia la base.

### **Fósforo (P).**

Sánchez (1981) menciona que el fósforo se concentra en la planta de la caña en los centros de mayor actividad. Altas concentraciones de fósforo se observan en los tejidos meristemáticos y en la caña que está creciendo y se observa más actividad fotosintética con altos niveles de fósforo.

Ochse, et al, (1974), menciona materiales usuales de fósforo: Superfosfato, harina de hueso, escorias básicas guano y roca fosfórica. Generalmente este fertilizante se aplica al tiempo de la siembra. Muchos de los fertilizantes fosfóricos son de difícil solución o fijados en el suelo, por lo cual la planta los asimila lentamente. Los fosfatos estimulan el desarrollo de las raíces, por lo tanto, es importante que las plántulas dispongas de un abastecimiento adecuado desde un principio.

Ayres, citado por Humbert (1974), reporta que el fósforo puede tener un efecto indirecto en la madurez. Puesto que el fósforo acelera el proceso de maduración en las cosechas de grano. La mayoría de los experimentos no han demostrado ningún efecto del fósforo en la maduración de la caña.

### **Deficiencia.**

Tiene un efecto sobre el desarrollo de las raíces y tallo, ayuda en la formación de proteínas, se encuentra en los núcleos de las células vivas y controla el mayor grado de actividad celular, es esencial para la división celular, explicándose así el alargamiento de raíces y tallos. Cuando hay escasez de fósforo en el suelo, las plantas presentan un sistema radicular poco desarrollado, los tallos se notan más delgado, en los bordes de las hojas se notan un color verde azulado o café rojizo.

### **Potasio (K).**

Las funciones principales del potasio están en la estructura celular, asimilación de carbono, síntesis de proteínas, formación de almidón, translocación de almidón y de azufre, entrada de agua en la planta, desarrollo de raíces, juega un papel muy importante como catalizador, su presencia hace posible la formación de azúcar, almidón y otros carbohidratos de alto peso molecular.

### **Deficiencia.**

La deficiencia de este elemento muestra una disminución de crecimiento, amarillamiento y manchado de hojas viejas y desarrollo de tallos delgados, el color de las hojas más viejas llega a ser café con puntas necróticas que llegan a juntarse, un color rojizo de las células epidérmicas se desarrollan sobre la cara superior de la nervadura media, después, las hojas comienzan a morir de los márgenes a las puntas, a lo cual se conoce como quemadura de hoja, las hojas jóvenes son de color verde oscuro.

Sánchez (1981), menciona que el potasio es el mayor constituyente de las cenizas de la caña, tiene un papel importante como catalizador en el metabolismo de las plantas y se encuentran en donde quiera que hay transformación de alta energía. Su presencia hace posible la formación de azúcares de los compuestos carbohidratos simples y la conservación del azúcar en almidón y otros carbohidratos de alto peso molecular.

Ochse, *et al*, (1974), menciona algunos materiales de potasio: Muriato de potasio, sulfato de potasio, melazas, cenizas de madera, etc. Como en el caso del fósforo, el potasio generalmente se aplica al tiempo de la siembra, aun cuando también se puede efectuar una aplicación posterior de un fertilizante soluble como el muriato o sulfato de potasio. Las aplicaciones de este elemento causarán un mejor desarrollo de las plantas y un incremento en el contenido de sacarosa.

### **7.2.7. Elementos secundarios.**

Los elementos secundarios en la planta son esenciales y se consumen en cantidades relativamente grandes, aunque generalmente el suelo los contiene en cantidades suficientes y por lo mismo, no es necesario su adición como abono.

#### **Calcio**

Sánchez (1981) menciona que el calcio actúa manteniendo la organización, hidratación y permeabilidad de las células, influye indirectamente en muchos sistemas de enzima.

Spencer (1967) describe que las mayores concentraciones de calcio se encuentran en los tejidos meristemáticos de las hojas más jóvenes.

Ochse, *et al.*, (19749, describe que el Calcio, magnesio y azufre, se encuentran presentes en otros fertilizantes o se aplican como correctivos de una acidez baja o elevada; por lo tanto, las plantas generalmente reciben cantidades adecuadas de los mismos.

#### **Deficiencia.**

La carencia de este elemento se conoce principalmente en las hojas jóvenes, las cuales presentan una coloración amarillenta en sus bordes y a veces se aprecian manchas de color café.

#### **Magnesio.**

Sánchez (1981) menciona que el magnesio ayuda a la formación del tejido verde, ayuda a ciertos procesos de oxidación que tiene lugar dentro de la planta. Es parte esencial en la síntesis y la desintegración de las proteínas.



**Deficiencia.**

La falta de este elemento se manifiesta en hojas viejas y posteriormente en las jóvenes. Esta deficiencia se presenta en forma de motas o pequeñas manchas entre la nervadura central y el borde de las hojas. No es común en caña de azúcar.

**Azufre.**

Según Dutt, citado por Humbert (1974) informa que las deficiencias de azufre en Bengala Occidental, India, se corrigieron con aplicaciones foliares de compuestos que contienen azufre.

**Deficiencia.**

Es probable que intervenga en la síntesis de proteína. La característica principal es un color amarillento casi uniforme en las hojas y en el crecimiento vegetativo general. Los tallos son más cortos y más delgados.

**7.2.8. Elementos menores**

Los elementos menores son aquellos que aún siendo esenciales para la planta, los toman en muy pequeñas cantidades para satisfacer sus funciones. Se encuentra entre ellos el Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Boro (B), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl) y otros (García, 1973; Guanós y Fertilizantes de México, 1969).

**Hierro**

Van Noort y Wallace, citados por Hubert (1974), enfatiza que el hierro tiene una función en la síntesis de una clase específica de ácido ribonucleico que, a su vez, regula la síntesis de clorofila.

**Deficiencia.**

Palidecimiento de las hojas jóvenes, con aparición posterior de franjas longitudinales alternativamente verdes y cloróticas, al desaparecer el color

verde entre los pequeños haces vasculares; si no se tiene la eficiencia, desaparece el rayado tornándose amarillo uniforme y manteniendo las hojas viejas la coloración verdosa. En casos agudos, las hojas superiores aparecen blancas, las intermedias amarillas y las más viejas (inferiores) verde claro. Si no se suministra el fierro, la planta muere. Para combatir la eficiencia de fierro asperjar sulfato ferroso al 2% en la planta. Sin embargo, prácticamente se ha observado resultados con aspersiones de sulfato ferroso comercial al 5% con 0.5% de algún detergente disuelto en 140 a 150 litros de agua por hectárea, aplicada sobre con bomba aspersora de mochila.

### **Manganeso**

Sánchez (1981) menciona que el manganeso ayuda a la formación del tejido verde, ayuda a ciertos procesos de oxidación que tiene lugar dentro de la planta. Es parte esencial en la síntesis y la desintegración de las proteínas.

#### **Deficiencia.**

Palidecen los tejidos verdes entre las nervaduras de hojas y después aparecen franjas longitudinales de color verde amarillento pálido que se extiende desde la mitad de la hoja hasta la punta, lo cual la distingue de la deficiencia de fierro en la que las franjas abarcan toda la longitud de la hoja. Las aplicaciones de sulfato de manganeso comercial mezclado con los fertilizantes, corrigen la deficiencia; la dosis, según las características edafológicas, suele variar de 50 a 100 a 200 y de 200 a 400 kg./ha, en suelos fuertemente alcalinos.

### **Zinc**

Sánchez (1981) menciona que el zinc ayuda en la producción de sustancias para el desarrollo y en las altas concentraciones de auxinas.

El zinc es absorbido por las raíces de las plantas como activador de enzima aldosa, oxalacética, etc.

**Deficiencia.**

Aparición de líneas blancas a lo largo de las venas mayores de las hojas, en marcado contraste con las bandas cloróticas del fierro y del manganeso, que afectan las zonas de la hoja entre las venas; al aumentar la deficiencia, las áreas intermedia palidecen y, en caso agudo, las venas se secan, cesa el desarrollo del punto de crecimiento y los retoños emergen completamente blancos. Para combatir la deficiencia d zinc se recomienda asperjar una solución de 600 gramos de sulfato de zinc comercial más 400 gramos de cal hidratada, en los litros de agua, por hectárea.

**Cobre**

El cobre es absorbido por las raíces de la planta en forma de ion cúprico Cu. El cobre es activador de varias enzima, entre las cuales están: lactosa, oxidasa, etc.

**Deficiencia.**

Poco desarrollo en la cepa de la caña, hojas colgantes, clorosis en franjas definidas y muchas veces aparecen manchas rectangulares, la planta en general presenta un desarrollo excesivamente malo y un color como si tuviere enfermedad. Las deficiencias de cobre se corrigen, por lo general, mezclando sulfato de cobre con lo fertilizantes comerciales, en cantidades que varían de 30 a 100 kg./ha. También se corrigen asperjando con caldo bordolés a la semilla de caña ya tirada en el surco.

**Molibdeno**

El Molibdeno es absorbido probablemente por las raíces de las plantas en forma de ion  $Mo_4$ . Actúa en la activación de la enzima de la reductasa del nitrato y de la oxidasa de la xantina.

**Deficiencia.**

Se manifiesta en la mitad superior de las hojas maduras y de las más viejas, por la aparición de un salpicado de rayas amarillas de 1 a 3 mm de ancho y largo variable hasta de 1 cm o más; las rayas toman un tinte rojizo en el centro y después se secan. En la práctica se ha reconocido que los suelos deficientes en molibdeno tienen siempre un bajo nivel de fósforo y son pequeñas las cantidades de molibdeno que se requiere. Una dosis de 80% g/ha es deficiente y se aplica bajo forma de molibdato de sodio o de ácido molíbdico mezclado con el superfosfato.

**Boro**

El boro facilita el movimiento de los azúcares formando un complejo permeable boro-azúcar. Se cree que tiene influencia en el desarrollo de las células por el control que ejerce en la formación de polisacáridos.

**Deficiencia.**

Se observan distorsión y pérdida del color de la punta de la caña; aparecen en el limbo de las hojas jóvenes unas pequeñas manchas húmedas alargadas y paralelas a los haces fibrovasculares, dando un aspecto de rayado muy definido; al agrandarse las lesiones se les deprime el centro y con frecuencia aparecen agallas alargadas en el envés de las hojas; las hojas jóvenes se engostan, cortan y aparecen cloróticas y distorsionadas; En estados avanzados muestran síntomas muy semejantes al pokkah-boeng.

La deficiencia de boro se corrige con aplicaciones de 15 Kg. de bórax por hectárea en suelos ácidos ligeros, hasta 60 kg./ha en otros tipos de suelo.

**Cloro**

El cloro es absorbido bajo forma de ion  $Cl^-$  y sólo recientemente ha sido clasificado como elemento esencial. No se conoce su manera de actuar en la planta.

## **VIII. PRACTICAS CULTURALES**

### **8.1. GENERALIDADES**

La preparación de los suelos, consiste de que la planta disponga al máximo de los recursos naturales existentes, expresados en términos de potencial nutrimental y humedad almacenada, que permita a la plantación producir un mínimo de cinco ciclos consecutivos, altos rendimientos de caña por unidad cultivada (Sánchez, 1972).

En la mayoría de los campos cañeros requiere el uso de cinceles o “Subsuelo”, con aletón, en el volteo de cepas, y sin aletón en socas y resocas, a fin de aumentar la capa arable para que el sistema radicular de la caña penetre a mayor profundidad en busca de fuentes adicionales de nutrimentos, así como también para aumentar la capacidad de absorción de agua y acumulación de la misma; Con ello se tiene una mejor aireación del suelo, se incrementa la fauna del mismo y en general se facilita la penetración radicular, sí como se rompe la compactación que deja los vehículos en la saca de la cosecha o bien el “piso de arado”, que se va formando a través de muchos años de arar a la misma profundidad. Por lo que respecta a las socas y resocas, los cultivos y labores a proporcionar se deberán hacer con cuidado y oportunidad ya que al ocupar la mayor superficie de explotación (en razón de 3:1 o 4:1 con respecto a las plantillas) se obtiene el mayor tonelaje de caña (García, 1973).

### **8.2. Preparación del terreno.**

El objetivo de la preparación del suelo es darle al terreno las condiciones más adecuadas que permitan someterlo a una explotación agrícola intensiva, de manera que el productor obtenga cosechas aceptables de elevada reutilización. Además se le da la remoción de la vegetación, el mejoramiento del drenaje, la aireación y eliminación de la compactación.

Azúcar, S.A. de C.V., (1985); IMPA (1988), reporta las siguientes labores culturales.

### **Chapoleo.**

Este trabajo, previo a los barbechos, se cortan a machete todas las hierbas que han crecido después del cultivo anterior, se amontonan dentro o afuera del terreno, y luego se queman.

Cuando el cultivo precedente ha sido también caña, la paja que ésta ha dejado después del corte se alinea en los surcos y se quema. Los desperdicios que no alcanzan a destruirse de esta manera se sacan de la parcela y se apilan en los carriles o andadores.

Él chapoleo es por lo general una operación manual y sólo en caso muy aislado se hace en forma mecánica la tumba de la hierba.

### **Subsuelo.**

La preparación del terreno se debe iniciar con un subsuelo profundo antes del volteo de cepas; para romper el terreno compactado y facilitar la eficiencia del primer barbecho. La profundidad a que debe hacerse esta labor varía de 50 a 100 cm, con lo anterior se logra también una buena aireación del suelo. En el caso de las socas y resocas, es conveniente que esta labor se realice tan rápidamente como sea posible después de la cosecha, una vez que se efectúe la quema de basura y él destronque.

### **Barbecho.**

El barbecho se trata de romper, remover, fragmentar una capa superficial del suelo y debe hacerse a una profundidad de 25 a 30 cm, con el fin de obtener una buena cama de siembra y evitar problemas de malas hierbas. Además se entierran los residuos del cultivo anterior y, al mismo tiempo, se exponen a los rayos solares los huevecillos y larvas de las plagas que se encuentran en el suelo.

**Cruza.**

Con esta labor se completa el trabajo del barbecho al remover y fragmentar nuevamente la capa arable del suelo y se debe realizar por lo menos 12 días después del primer barbecho.

**Rastreo.**

Esta es una labor importante que debe realizarse después del barbecho y cruza ya que con el paso de la rastra se desmenuzan los terrones y se facilita la nivelación, el surcado y la siembra.

**Nivelación.**

Esta labor se debe efectuar en terrenos que tienen depresiones o elevaciones que producen estancamientos del agua de lluvia que perjudican la nacencia de la caña; se puede realiza con nivelación o tablón tirado por el tractor o la yunta.

**8.3. Surcada.**

Consiste la formación de surcos en que será depositada la semilla, dejando esto una cama bien preparada. Se recomienda surcar a una separación de 1.20 m entre surcos y a una profundidad de 30 cm. Siguiendo las curvas del nivel cuando se trate de terrenos con topografía irregular, para evitar problemas de erosión del suelo y arrastre de los fertilizantes.

Hasta aquí las labores son las mismas tanto para terrenos de temporal como para tierras de riego de gravedad o de bombeo. En el caso de que se disponga de cualquier tipo de riego son necesarios los siguientes trabajos adicionales:

**Limpia de canales.**

Se limpian los canales con el fin de dejar éstos en condiciones de que el agua corra libremente y se eviten pérdidas por filtraciones o evaporación debidas a la baja velocidad del agua.

### **Construcción de regaderas.**

Las regaderas son canales pequeños de iguales dimensiones que los surcos, y generalmente transversales a éstos, que conducen el agua que ha de ser repartida en los surcos.

### **Cabecereo de surcos.**

Con el cabecereo se afinan las entradas de los surcos de manera que el agua no tenga dificultad para comenzar a circular por ellos.

## **8.4. Semilleros.**

SEP (1983), menciona, para establecer el semillero se escoge un lote de terreno que tenga facilidad de riego, buena fertilidad y drenaje y que se prepare como cualquier lote comercial. Una hectárea de semillero puede dar semilla para la siembra de aproximadamente 25 ha. Debe seleccionarse la variedad y clase de semilla que se va a sembrar, puede usarse semilla de plantilla o primera soca, de aproximadamente siete u ocho meses de edad. La semilla debe seleccionarse por la pureza varietal y sanidad. Las semillas de caña estarán listas para ser cosechadas aproximadamente a los siete o diez meses. La caña debe cortarse al ras del suelo y dejarse enteras y sin deshojar, para evitar daños a las yemas. Es preferible llevar las cañas enteras al sitio de siembra.

## **8.5. Semilla.**

La semilla verdadera de la caña de azúcar nunca se utiliza para las siembras que se usa universalmente, está constituido por trozos de tallos de la propia caña que se consideran como semilla y simplemente constituye un tipo de propagación vegetativa en el que cada variedad es genéticamente igual. Trozos pequeños que contienen una sola yema, pueden producir una planta completa de caña si las condiciones de humedad y temperatura son favorables.



En la práctica es mejor utilizar trozos con más de una yema para la siembra, con el fin de asegurar de que cuando menos, se desarrollen un brote. Los tamaños más convenientes de los trozos de tallo, son de 25 a 35 cm de longitud, los cuales pueden tener de dos a tres yemas según el tamaño de los entrenudos. Los tallos maduros y viejos son inapropiados para siembra por lo inactivo de sus yemas. Los mejores trozos para siembra se obtienen de plantas de 8 a 10 meses de edad (Ochse, et al, 1982).

### **8.5.1. Clases de semilla.**

Hay tres clases de semillas que comúnmente usan los agricultores:

a).- **Trozos de cogollo.**

Se obtiene en el momento de la cosecha de una plantación, no es recomendable debido a su baja calidad.

b).- **Semilla de plantilla o soca.**

Aproximadamente de ocho meses de edad, con frecuencia se usan como fuente de semilla, en este caso se puede utilizar todo el tallo.

c).- **Semilla de semillero.**

Es la más adecuada, de excelente calidad, tiene alto porcentaje de germinación asegurándose la pureza de la variedad, el estado sanitario y su condición nutricional es superior (SEP, 1983).

### **8.6. Sanidad de la semilla**

La semilla limpia es un buen seguro para obtener una población satisfactoria y ayuda al control de algunas enfermedades. La caña debe ser examinada antes de que se corte para semilla a fin de asegurarse que está libre de enfermedades.

Se recomienda, en caso procedente, desinfectar los trozos con solución a base de 100 lt. De agua y 250 a 500 gr. Agallol, según el grado de infección que se observe en la semilla. Además, conviene agregar 100 ml de Aldrín

emulsificable al 19% de ingrediente activo en cualquier circunstancia. En la solución resultante se mantiene en inmersión los trozos de caña de ocho o diez minutos. Algunas enfermedades como el raquitismo, raya clorótica, se controla por tratamientos con agua caliente (Azúcar, S.A. de C.V., 1985; Guanos y Fertilizantes, 1969).

### **8.7. Siembra**

En México la distancia entre surcos varía de 0.80 a 1.60 m dependiendo de las circunstancias locales, ecología, variedad de la caña y mecanización de la cosecha. Por otra parte, si la cosecha es mecanizada, la distancia mínima entre surcos deberá ser 1.40 m hasta un máximo de 1.60 m, y una medida más frecuente de 1.50 m

Del cuidado que se tenga en la siembra depende en gran parte el futuro de la plantación. Naturalmente una buena siembra es más cara que una siembra ordinaria, pero es preferible invertir unos cuantos pesos más y realizarla de buena calidad, pues así se tendrá la seguridad de que si los cultivos se hacen bien y a tiempo, habrá una cosecha excelente en plantilla, y en socas, resocas también habrá una producción mayor.

#### **Las fases que deben considerarse en una buena siembra son:**

##### **a) Selección de la variedad adecuada.**

Se hace de acuerdo con la calidad de los suelos y principalmente según los microclimas, así como en función de la disponibilidad de agua en virtud de las exigencias características de cada variedad.

##### **b) Calidad de la semilla.**

Este punto es importante porque en algunas zonas lamentablemente se ha usado para semilla caña con yemas muy deterioradas, afectadas por la sequía, "floreadas", plagadas o enfermas.

La cantidad de semilla por hectárea varía de acuerdo al método de siembra seleccionado (cordón simple, medio petatillo, etc.).

## **La siembra comprende los siguientes aspectos:**

### **1) Corte de la semilla.**

Consiste en separar los tallos del suelo cortándolos con machete lo más bajo posible, echo lo cual se le quita el penacho, que es el conjunto de hojas más verdes y los entrenudos más cortos que coronan a la planta.

El corte de la semilla varía en su costo de acuerdo con la finalidad que se use; por lo general es de 8 a 12 toneladas por hectárea.

### **2) Alce de la semilla.**

La caña que ha sido cortada se coloca en los camiones o carretas que han de llevarla al lugar en que se sembrará. En un trabajo manua, para que las yemas no se dañen, pues de otra manera las yemas se lastiman.

### **3) Acarreo de la semilla.**

Se emplean camiones o carretas cañeras con las cuales se forman trenes de 4 o 5 de ellas que se arrastran con un tractor.

### **4) Pelado, picado y tirado de la semilla.**

Cuando la semilla se encuentra en el campo en que ha de usarse, primero se le despega de toda la paja que lleva para que al sembrarse puedan brotar las yemas con mayor facilidad, y el enraizamiento sea más rápido y profuso. Hecho esto los tallos se dividen en trozos conteniendo cada uno de 4 a 5 yemas, con lo cual quedan de unos 60 cm. De largo. Al efectuar el trabajo de troceo se tiene la oportunidad de seleccionar, eliminando los trozos que contengan picaduras de barrenador, yemas lastimadas, señales de hongos en su interior, etc. Posteriormente los trozos de semilla se van tirando en el fondo del surco, dándoles un cruce conveniente o doble cordón de acuerdo a cada caso particular, y tratando siempre de tener unas 90, 000 a 100, 000 yemas por hectárea. Por lo general la semilla se trocea ya tirada en el surco.

### **5) Tapado de la semilla.**

Cuando la semilla se encuentra formando un cordón en el fondo del surco, se procede a taparla con una capa de suelo de 6 a 8 cm. , Ya sea con azadón o pala, con un arado pequeño que va tirado por un animal, o con un implemento de disco tirado por un tracto dotado de mecanismo de control de profundidad. El espesor de la tierra debe ser mayor de 8 cm en los lugares de temporal, cuando la siembra se haga dentro de la temporada de secas. El objeto de ello es hacer que de inmediato, y con el auxilio de buena humedad proporcionada por el riego o las lluvias, la caña pueda comenzar a enraizar y las yemas broten.

### **6) Riego de asiento.**

En los terrenos de riego, si no hay lluvias en el tiempo en que se hace la siembra, se da el riego de asiento para proporcionar al suelo la humedad necesaria y que la caña comience a germinar. Este riego generalmente se da con una lámina de agua mayor que los subsecuentes.

La razón en que la caña semilla ya cortada debe estar el menor tiempo posible expuesta al sol, pues en caso contrario se deshidrata y las yemas se perjudican a tal grado que puede fallar totalmente su nacencia.

### **7) Retapada**

La retapada o tapada tiene por objeto cubrir con una delgada capa de suelo los trozos de caña que han sido descubiertos por el riego o por las lluvias. Se hace unos diez días después de efectuada la siembra.

## **8.8. Epoca de siembra.**

En las regiones cañeras de México, el período de siembra se ha dividido arbitrariamente en dos épocas: Invierno y Primavera.

Las siembras de invierno incluyen las tempranas o de gran cultivo verificado durante los meses de Agosto a Enero.

Las de primavera, realizadas durante los meses de Febrero a Junio constituye, el mayor volumen de siembras efectuadas en nuestro país.

El período óptimo, Agosto – Octubre, se ha modificado en orden a la ubicación de las diferentes regiones, clima, diversificación de cultivos, época en que éstos se establecen, cosechas y desocupan los terrenos, etc. (Sánchez, 1972).

Según Ochse *et al.* (1974), menciona, que la época del año en que se siembra la caña de azúcar, pueden tener una gran influencia en su producción. En las regiones que no se cuenta con posibilidades de lluvias, se debe sembrar al principio de la época de lluvias.

### **8.8.1. Sistemas de siembra.**

La siembra de la semilla en el campo puede hacerse en forma manual y mecánica. Es preferible hacerla al mismo tiempo que se hacen los surcos, para aprovechar mejor la humedad del suelo.

En la siembra manual la semilla se coloca en el fondo del surco acostada y alineada, según los siguientes sistemas:

#### **a).- Sistema de chorro sencillo.**

Se debe hacer con semilla de alta calidad. Se coloca en el fondo del surco (trozos de tallos) y sus externos pueden tocarse o separarse entre sí unos 20 cm; los trozos pueden ser de dos o tres yemas. Se emplean 5 toneladas de semilla por hectárea aproximadamente.

#### **b).- Sistema de chorro y medio.**

Se emplean cuando la semilla ha sufrido algo de daño en el transporte o tiene cinco a seis días de cortada, consiste en sobreponer los extremos de un trozo sobre los extremos de dos trozos continuos. Se emplean unas 7 toneladas de semilla por hectárea.

**c).- Sistema de chorro doble.**

Se emplean cuando la semilla no ha sido bien seleccionada o ha sufrido daño en el transporte, se emplean unas 10 toneladas de semilla por hectárea.

**d).- Sistema de chorro triple.**

Se emplea cuando la semilla no es uniforme, ha sido maltratada, está un poco vieja y no es seleccionada. Estos efectos se corrigen con una mayor densidad de siembra, empleando unas 15 toneladas de semilla por hectárea. La semilla se tapa con una capa de tierra, no debe ser mayor de 5 cm, en épocas de sequía podrá cubrirse con 7 a 10 cm de tierra, se compacta un poco para que quede en buen contacto con la semilla (SEP, 1983).

**La mecanizada puede integrarse parcial o totalmente, y se resume como sigue:**

- a) Corte manual de la semilla y alza mecánica.
- b) Corte mecánica de la semilla y alza mecánicamente.
- c) Distribución de la semilla en el campo, introduciendo vehículo.
- d) Siembra totalmente mecánica.

La siembra con maquina no ha dado los resultados esperados, ya que deposita la semilla, por lo general, en un solo surco. Hay necesidad de cortar y preparar la semilla de la caña en forma manual y cargar la maquina con los tallos para que una o dos personas las vayan introduciendo. Las yemas pueden sufrir daños en la siembra mecánica (Azúcar, S.A. de C.V., 1985).

## **8.9. Resiembra.**

La resiembra de las fallas es costosa, agrega que un campo en el que se ha efectuado una intensa resiembra, siempre se encuentra en desventaja en donde el brote fue uniforme. Se hace cuando hay fallas superiores a medio

metro. Esta operación no debe hacerse más allá de los cuarenta días después de la siembra. Se puede hacer resiembra hasta el 20% de la superficie con buenos resultados, y debe realizarse con la misma variedad que se sembró o bien utilizar esquejes que es lo común, o cepas de las mismas cañas (Martínez, 1977; Ochse, et al, 1982).

## **8.10. Labores de cultivos**

### **LABORES DE CULTIVOS PARA PLANTILLAS**

#### **Raspadillas.**

Son labores que se hacen con pala o azadón y tiene por objeto eliminar la hierba que nace en el fondo del surco. Por lo regular se requiere dos raspadillas. La época en que se efectúan es variable, de acuerdo con la presencia de la hierba, pero generalmente se hace a los 15 a 20 días después de la siembra, y la segunda unos veinte días más tarde.

#### **Pasos de cultivadora.**

Son también en número de dos y tiene por objeto controlar la hierba que crece en los taludes de los surcos. Se usan indistintamente cultivadoras de tracción animal y mecánica. La época de ejecución es variable, pero generalmente se pasa la cultivadora después de haber hecho la raspadilla y alternándose con éstos, es decir, primero se da el paso de cultivadora u luego se hace la raspadilla.

#### **Aporqué.**

Se realiza cuando la caña ha emergido totalmente y los primeros tallos comienzan a dejar ver la formación de entrenudos, se procede al aporqué, labor que tiene por objeto invertir la forma del surco, de manera que el lomo quede formado en la hilera de la planta y el fondo de él entre hileras. El objeto es que los pequeños tallitos puedan apoyar su enraizamiento debidamente y el amacollamiento sea más vigorosa y profusa.

**Redondeo.**

Después del aporqué las entradas de los surcos son muy irregulares y la circulación del agua se dificulta, por lo cual el redondeo, similar al cabecereo de surcos, es necesario para afinar dichas entradas. Se hace después del aporqué.

**Chapole.**

Las malezas que después del aporqué desarrollan en el terreno se eliminan con machete, labor a la cual se llama chapoleo. Usualmente se requiere dos chapoleos cuando ya la caña está desarrollada.

**Limpia de andadores.**

Se llama andador a la que separa una parcela de otra. En estas calles crece hierba que es importante quitar, porque en su mayoría sirve de hospedera para varias plagas de la caña, sobre todo cuando la maleza está formada por gramíneas. El chapoleo se hace en los mismos meses que la limpia de las parcelas.

**Limpia de canales.**

Se limpian los canales a la terminación de la temporada de lluvias, que es cuando se vuelven a requerir los riegos.

**LABORES DE CULTIVO PARA SOCAS Y RESOCAS****Rebote.**

Consiste en cortar al ras del suelo los troncos de caña que han quedado después de la cosecha, para que los brotes sean subterráneos, pues los aéreos difícilmente pueden enraizar y la mayoría de las veces mueren. El complemento del rebote es la junta y quema de los desechos del corte para



facilitar los cultivos posteriores. El rebote debe hacerse lo más pronto posible después del corte.

### **Descarne.**

Consiste en el recorte de las cepas con arado de una vertedera, o mejor aún con discos recortadores o cinceles de subsuelo. Tiene como finalidad hacer que las cepas se limiten a una hilera de anchura uniforme. El descarne se hace inmediatamente después del rebote.

### **Paso de cultivadora.**

Se hacen para eliminar las hileras que crecen entre las hileras de caña.

### **Limpia con azadón.**

Con esta labor se eliminan las hiervas que crecen en la misma hilera que las cañas y que no pueden eliminar los pasos de cultivadora.

### **Aporqué.**

La capa de suelo que se ha estado removiendo con el descarne y los cultivos se invierte para formar otra vez el surco en la misma hilera que las plantas y el contacto con los pequeños tallitos, de donde se originan un mejor enraizamiento y amacollo, a la vez que permite hacer el riego sin problemas.

Todas las demás labores tienen la misma significancia que en las plantillas, por lo que es obvio repetir su descripción. Algunas labores, como la aplicación de fertilizantes, herbicidas, insecticidas, rodenticidas, etc.

### 8.11. Fertilización.

La fertilización es un factor de productividad sumamente importante para la caña de azúcar, cultivo en el cual se ha observado que los rendimientos tanto de campo (toneladas de caña por hectárea) como de fábrica (kilogramos de azúcar por tonelada de caña), dependen estrechamente de los niveles de nitrógeno fósforo y potasio principalmente en cultivo tenga disponible en el suelo para su inmediato aprovechamiento (Guanos y Fertilizantes, 1969; Navarro, 1966).

Azúcar, S.A. de C.V. (1985) recomienda las siguientes dosis óptimas de fertilizantes:

Regiones	Dosis óptimas
• Para las regiones cañeras de los vertientes del Golfo.	150 – 60 – 60
	120 – 60 – 60
• Para las regiones cañeras del pacífico y centro del país.	130 – 00 – 00
	200 – 00 – 00
	300 – 00 - 00

Debe considerarse también las condiciones generales de cada suelo, el clima, la disponibilidad de agua, etc.

Como fuente de estos elementos se puede usar el sulfato de amonio, la urea, el superfosfato triple y el cloruro de potasio, o bien formulas comerciales como: 10 – 20 – 20, 10 – 30 – 10, y 14 – 14 – 14. La aplicación generalmente se hace a mano o utilizando abonadores acoplados al tractor; en este último caso, la aplicación en plantillas se hace en forma simultánea con el surco y en soca en el remodelado de camellón (Martínez, 1977; SEP, 1983).

### **8.11.1. Materiales orgánicos**

#### **Abonos orgánicos.**

Los abonos orgánicos tales como: estiércol del establo, fertilizantes orgánicos compuestos, abonos verdes, cieno de filtro. Se debe aplicar grandes cantidades para obtener buenos resultados pudiéndose emplear de 50 a 70 Ton/ha (Ochse, *et al*, 1982).

#### **Abonos verdes.**

Significa la siembra de una planta, generalmente leguminosa la cual se desmenuza y se incorpora al suelo después de un determinado tiempo. Las leguminosas son capaces de absorber nitrógeno del aire, mediante la ayuda de ciertas bacterias de carácter simbiótico que se encuentran en las raíces de su hospedera. Se puede utilizar varias clases de plantas leguminosas como abonos verdes en las regiones productoras de caña de azúcar, por ejemplo frijol terciopelo, chícharo de vaca y muchas otras. El mejoramiento del suelo mediante abonos verdes es más económico en ciertos aspectos que con otros fertilizantes orgánicos.

#### **Formulas de fertilizantes.**

Por lo general las recomendaciones de fertilizantes se hacen mediante fórmulas abiertas, que hacen referencia a las unidades de nitrógeno (N) asimilable, de ácido fosfórico ( $P_2O_5$ ) soluble en agua y en citrato, y de Potasa ( $K_2O$ ) soluble en agua, expresadas como N-P-K. El método más simple para el cálculo de las fórmulas es mediante la aplicación de reglas de tres simple.

#### **Epoca de Aplicación.**

Para el máximo aprovechamiento de los fertilizantes debe haber preferentemente una buena humedad en el suelo. La que favorece la dilución y

absorción de los elementos nutritivos. Se debe hacer una sola aplicación en la siembra o en el descarte de las socas.

Por lo general, se hace 2 aplicaciones; la primera al momento de realizar la siembra de la caña, y la segunda cuando la planta alcanza una altura aproximadamente de 50 cm de altura.

#### **Método de aplicación.**

Es necesario colocar los fertilizantes en las zonas de las raíces, lo que se logra poniéndolos en el fondo de los surcos que se abren para la siembra o para el descarte. En ambos casos, el productor debe cubrir inmediatamente. Por ningún motivo se debe poner el fertilizante simplemente encima del terreno o aplicarlo sobre las hojas de las plantas.

### **8.12. Riegos**

Un riego es indispensable cuando la cantidad de lluvia y su distribución no son las adecuadas para el buen desarrollo. Los riegos frecuentes se prefieren cuando la semilla está germinando y las plantas jóvenes se empiezan a establecer. A medida que el sistema radicular se extiende a capas del suelo más y más profundo, el intervalo entre los riegos debe ser mayor y la cantidad de agua aplicada con cada riego aumentada. Cuando la caña se aproxima a la madurez se hacen mayores los intervalos de riego para reducir la velocidad del desarrollo vegetativo, deshidratar la caña y forzar la conversión de azúcares reductores a sacarosa recuperable. En este sentido, se reconoce que los primeros riegos deben hacerse cada seis u ocho días y los subsiguientes con frecuencia entre 12 y 15 días (Martínez, 1977; Humbert, 1974).

Cabrera (1944) menciona que el número de riegos, así como la cantidad de agua empleada, varía con las variedades, tipo de suelo y condición del tiempo.

Córdoba (1972) recomienda dar un riego al momento de la siembra, a los ocho días se da el otro, el tercero cuando comienza la brotación y después de haber hecha la resiembra. Los demás riegos suceden en la siguiente forma: el cuarto riego, ocho días después de la siembra; el quinto, 30 días después y los siguientes cada 10 días.

### **8.13. Control de las malezas**

Las investigaciones indican que el período en el que la competencia de malezas es más crítica para la caña, es de los 20 a los 90 días después de la siembra o corte, pudiendo perderse, tan sólo por este concepto, hasta el 80% de la producción.

El combate y control de las malas hierbas constituyen unos de los problemas que mayor atención requiere el campo cañero entendiéndose por mala hierba toda la vegetación que crece en lugar indeseable, ya que compita con la caña por nutrientes, agua, espacio vital, además de que hospedan plagas y enfermedades perjudiciales que ocasionan pérdidas considerables en la producción.

El combate de las malas hierbas puede llevarse a cabo mediante dos sistemas.

**a).**- Control por medio manual o mecánica, los cuales son recomendables básicamente en la época de secas, sobre todo en cultivos de temporal, ya se tiene un control más conveniente, efectivo y económico.

**b).**- El uso de herbicidas, o sea con el control químico.

El combate y control de las malas hierbas por medio manuales o mecánicas se logra en la mayoría de las zonas cañeras del país cuando se aplica en las plantillas un promedio general de 3 a 4 limpias y/o cultivos, y en las socas y resocas de 2 a 3 limpias y/o cultivos.

El uso de los herbicidas no significa una panacea con la que se resuelven todos los problemas; la utilización de estos compuestos químicos es únicamente conveniente cuando:

**a).**- La mano de obra local o regional sea escasa y/o cara.

**b).**- Los campos tengan una población herbácea considerables, y llegue ésta en un momento dado por falta de control a alcanzar un desarrollo superior al de la caña.

**c).**- La época de lluvias o la aplicación del riego no permiten el control manual o mecánico y lo único que se haga con éstos sea transplantar las malas hierbas, sobre todo cuando se trate de zacates.

**d).**- La mayoría de la población herbácea sea de hoja angosta (pastos) o un complejo de hoja ancha y angosta que dificulte o retarde en control, o bien aumente considerablemente los costos de los trabajos manuales o mecánicos.

**e).**- Cuando el control químico pre o post – emergente sea más económico que el control manual o mecánico

Las herbicidas de más uso en la caña de azúcar en México son los siguientes.

**En pre - emergencia:**

- a) Karmex a un mínimo de 3 Kg./ha. Se usan 400 lt. De agua por ha. Cuando se rocían con una bomba de mochila.
- b) Gesaprim a un mínimo de 5-6 kg./ha, Las mayores corresponden a los suelos más pesados.

**En post – emergencia temprana:**

- a) En aplicación dirigida solo alas malezas. Karmex 2-3 kg./ha.
- b) Aplicaciones pareja sobre las malezas y caña. Gesapax H-375 6 lt/ha.
- c) Aplicación pareja sobre enredaderas anuales en caña crecida. Amina o Ester del 2,4-D 3 lt/ha.

Las dosis por hectárea se diluyen en 400 a 600 lt de agua asperjado o mano con mochila, 300 a 400 lt de agua si se usa tractor y avión 80 a 100 lt/ha.(García, 1973).

**Cuadro 7.** Malezas más comunes que compiten con la caña de azúcar.

Herbicida	Formulación	Dosis/ha	Epoca de Aplicación	Malezas controladas
ATRAZINA Tolerancia: 0.025 ppm	PH 50%	3 – 8 Dependiendo de La textura del Suelo.	En preemergencia al cultivo y a las malezas. En “plantilla” aplicar al momento de la siembra o inmediatamente después, pero antes del riego de nacencia. En soca aplicar después del destronque antes del riego de brotación. En postemergencia al cultivo y preemergencia a las malezas aplicar antes de un auxilio.	Digitaria, zacate de agua, zacate cola de zorra, bledo o quelite, correhuela anual, meloncillo, girasol, tomatillo, vedolaga, mostacilla, morraja, malva, chual, mostaza, zacate pinto, y zacate salado.
DIURON Tolerancia: 1.0 ppm	PH 80%	2 – 3 KG Dependiendo de la textura del suelo.	En preemergencia al cultivo y a las malezas. En plantilla aplicar al momento de la siembra o inmediatamente después, pero antes del destronque antes del riego de brotación. En postemergencia al cultivo y preemergencia a la maleza aplicar 1-5 días antes del riego de auxilio, evite que la aspersión moje al follaje.	Bledo o quelite, chual, verdolaga, morraja, malva, mostacilla, lengua de vaca, mostaza, tomatillo, correhuela anual, zacate salado, zacate huachapre, zacate pinto, zacate de agua, digitaria.

Cuadro 7..... Continuación.

Herbicida	Formulación	Dosis/ha.	Epoca de aplicación	Malezas controladas
2,4-D amina Tolerancia: 2.0 ppm	CE 4%	1 – 2 lt	En postemergencia al cultivo y postemergencia temprana a las malezas.	Bledo o quelite, chual, huachapone, verdolaga, diente de león, correhuela anual, girasol, mojarra, malva, lengua de vaca, mostaza, acahual, tomatillo, amargosa y mostacilla.
<b>AMETRINA</b> Tolerancia: 0.25 ppm	PH 50%	3 – 4 lt	En postemergencia al cultivo y a las malezas. Aplicar cuando las malezas tengan más de 5 cm de altura pero que los zacates no estén amacollados.	Bledo o quelite, hierba de la golondrina, chilillo, verdolaga, zacate cola de zorra, digitaria, pata de gallo, zacate cola de zorra, lechuguilla o mojarra, lengua de vaca, coquillo, zacate azul, zacate carrillo.
<b>DALAPON</b> Tolerancia: 0.1 ppm	PS 85%	1.25 kg/100 lt de agua.	Aplicación de postemergencia al cultivo ya la maleza. Dirija la aplicación a la maleza procurando no asperjar el cultivo. No selectivo.	Zacate anuales y perennes.
<b>SIMAZINA</b> Tolerancia: 0.25 ppm	PH 50%	3 – 6 kg Dependiendo de la textura del suelo.	En preemergencia al cultivo y a las malezas. En plantilla, aplicar dentro de los 10 días después de la siembra antes de que emerjan los brotes de caña. En soca aplicar después del caballo, destronque antes de la aparición de los brotes de la caña.	Zacate pinto, zacate de agua, zacate carrillo, zacate cola de zorra, fresadilla o digitaria, pata de gallo, toloache, Avena silvestre, lechuguilla, correhuela anual, muela de caballo, mostaza, chulillo, bledo rojo, chual blanco y zacate azul.

(SARH-DGSV, 1984)



## **IX. VARIEDADES**

### **9.1. GENERALIDADES**

El número de variedades de caña de azúcar encontrados en las diferentes regiones del mundo es muy grande; cada año aumenta enormemente debido a los trabajos que se llevan a cabo en las diferentes estaciones experimentales dedicadas a trabajo de genética y propagación.

El instituto para el Mejoramiento de la producción de Azúcar dedica su mayor esfuerzo a la obtención de nuevas variedades que superen la problemática en la productividad azucarera. Teniéndose a la fecha alrededor del 50% de la superficie del campo cañero mexicano cubierto con variedades nacionales, desplazando cada día a las variedades de parámetros negativos, a efecto de contar con la más alta productividad de campo.

El comportamiento Agroindustrial de cada variedad en cada región ecológica es el resultante de la interacción de los factores genéticos y ambientales. Aquellas variedades cuyo comportamiento sé a al más adecuado en la región ecológica donde se le cultive, serán la que rinda los máximos resultados tanto para el agricultor como para el industrial.

#### **Plan de Selección General de Variedad.**

La caña seleccionada para ensayo a nivel comercial deberá, en lo posible, satisfacer los siguientes requisitos:

##### **Copa.**

Regular, ni demasiado exhuberante y abierta ni muy escasa y erecta, resistente o por lo menos tolerantes al frío, a la sequía y a las plagas y enfermedades locales.

**Deshoje.**

Que tire bien las hojas o que, por lo menos, no estén las vainas pegadas al canuto.

**Dureza.**

De corteza más bien dura para evitar el daño por ratas.

**Enraíce.**

De raíz profunda para resistir la sequía y viento fuerte.

**Fibra.**

Nomás del 13%.

**Floración.**

No más del 5% de los tallos en la época de corte para la zafra.

**Hábito.**

De crecimiento erecto para facilitar la cosecha.

**Jugosidad.**

Buena, sin médula ni hoquedad.

**Pureza.**

Superior o por lo menos igual a la caña comercial.

**Sacarosa.**

Más rica o por lo menos igual a la caña comercial de la región.

**Tenacidad.**

Lo suficiente elástica para que no se quiebre con los vientos locales fuertes.

**Vigor.**

Que ahíje bien y cubra pronto el campo.

**Yemas.**

Lo más pegadas posible al canuto y que no broten antes de la madurez.

**Plan de Introducción de Variedades.**

Debido a las condiciones ecológicas tan variables que tiene México, no se puede generalizar la introducción de variedades.

### **1).- Primer ciclo.**

Siembras en áreas representativas de cada ingenio, según el tipo de suelo y microclimas y haciendo el cultivo en franjas comparativas, de las variedades más destacadas en otras zonas y que se encuentren en cultivos comerciales, a fin de observar, analizar y juzgar en la plantilla sus cualidades y defectos industriales y agronómicos, en cada uno de los grupos de suelos y microclimas representativos.

### **2).- Segundo ciclo.**

Se observarán, analizarán y juzgarán las primeras socas y se multiplicarán las plantillas sobresalientes en cada región y básicamente en cada tipo de suelo, ya que es muy común que una variedad determinada tenga comportamientos totalmente diferentes en distintos tipos de suelo. Se desecharán, con el volteo respectivo, todas las variedades que no se adapten a la ecología regional, tanto agronómica como industrialmente.

### **3).- Tercer ciclo.**

Con mayor criterio selectivo al contar con la observación y análisis de plantillas y primera y segunda socas (resocas). Se multiplicarán las plantillas y primera soca sobresaliente en cada región y tipo de suelo y se desecharán las que no se adapten según los criterios transcurridos.

### **4).- Cuarto ciclo.**

Se observarán las terceras socas (trisocas) con el criterio obtenido de los ciclos anteriores y se multiplicarán las plantillas y primeras socas sobresalientes en cada región y tipo de suelos desechando las que no se adapten según los ciclos transcurridos.

### **5).- Quinto ciclo.**

En el programa de siembras ya se podrán incluir las variedades sobresalientes, en cada tipo de suelo, tratando de integrar el campo con un 50% de variedades de maduración temprana o precoz, para el arranque de la zafra y el 50% restante con variedades de madurez tardía para la terminación de la zafra.

**Cuadro 8.** Variedades recomendadas para el cultivo comercial, distribución y principales características agroindustriales (rendimiento)

<b>No. De variedad</b>	<b>Area de influencia</b>	<b>Principales características agroindustriales</b>
1 B 43337	Córdoba, Papaloapan	Susceptible acame, floración escasa, buen soqueo, resistencia al carbón y roya, maduración media, porcentaje promedio de 13.5% de sacarosa y 15% de fibra, rendimiento promedio 122 ton/ha en plantilla, 91 en soca.
2 Co 419	Papaloapan, Ameca	Hábito de crecimiento abierto, susceptible al acame, buen soqueo, tolerante a roya, raya roja, susceptible. Rendimiento de campo promedio 133 ton/ha en plantilla, y 104 en soca, porcentaje promedio 13,9% de sacarosa, 14% de fibra, maduración media.
3 Co 997	Papaloapan	Habito de crecimiento en canasta, susceptible al acame; floración nula escasa; buen soqueo; susceptible a la sequía, resistencia al carbón y roya, tolerante a la raya roja. Rendimiento de campo promedio en ton/ha. De 118 en plantilla y 90 en soca. Por ciento promedio de 13.8 de sacarosa y 15.1 de fibra; maduración media pero debe cortarse antes de marzo debido al continuo incremento de la fibra.
4 ITAV66-339	Papaloapan, Córdoba	Hábito de crecimiento inclinado, tolerante al acame; floración nula escasa; regular soqueo; susceptible a la sequía; moderadamente resistente al carbón, resistente a la roya, tolerante a la raya roja. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 114 en plantilla y 91 en soca. Por ciento promedio de 12.8 a 14.2 de sacarosa y 10.7 a 15.2 de fibra; maduración media a tardía.
5 Mex57-354	Chontalpa, Papaloapan	Hábito de crecimiento erecto, resistente al acame; floración regular a profusa; buen soqueo; susceptible a la sequía y tolerante al mal drenaje; resistente al carbón y roya, tolerante a raya roja. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 124 en plantilla y 97 en soca. Por ciento promedio de 13.7 a 14.4 de sacarosa y 11.8 a 14.3 de fibra; maduración media.

- 6** Mex57-473 Córdoba, Papaloapan, Ameca, Matamoros, Los Reyes, Huastecas, Sinaloa, Chontalpa, Q, Roo, Huixtla. Hábito de crecimiento erecto, tolerante al acame; floración escasa; buen soqueo; susceptible a la sequía y mal drenaje; resistente a carbón y roya, tolerante al pokkah-boeng u chinche de encaje, susceptible a la peca amarilla, tolerante a raya roja, mancha de ojo y barrenador. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 103 a 133 en plantilla y 85 a 105 en soca. Porciento promedio de 15 de sacarosa y 12.5 de fibra; maduración media.
- 7** Mex 58-326 Córdoba, Papaloapan, Ameca, Sinaloa Hábito de crecimiento en canasta, susceptible al acame; floración escasa a regular, buen soqueo; Susceptible a la sequía y tolerante al mal drenaje; moderadamente resistente al carbón, resistente a roya, tolerante a raya roja, susceptible a mancha de ojo. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 117 en plantilla y 99 en soca. Porciento promedio de 13.5 a 14.1 de sacarosa y 11.8 al 13.5 de fibra; Floración media.
- 8** Mex 58-418 Córdoba Hábito de crecimiento erecto, tolerante al acame, floración profusa, buen soqueo; resistente al carbón y roya, tolerante a raya roja, peca amarilla y mancha de ojo. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 140 en plantillas y 120 en socas; porciento promedio de 15.4 de sacarosa y 12.9 de fibra; maduración media a tardía.
- 9** Mex58-1230 Huastecas, Córdoba Hábito de crecimiento erecto, resistente al acame; floración nula; regular soqueo; moderadamente resistente a carbón, tolerante a roya y barrenador, susceptible a chinche de encaje y mosca pinta. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 110 en plantilla y 54 en soca. Porciento promedio de 13.4 de sacarosa y 14.7 de fibra; maduración media.
- 10**Mex58.1485 Los Reyes, Ameca Hábito de crecimiento en canasta, tolerante al acame; floración nula; buen soqueo; moderadamente resistente a carbón, tolerante a roya y barrenador. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 135 en plantilla y 109 en soca. Porciento promedio de 14.3 a 15.5 de sacarosa y 14.2 de fibra; Maduración media.

- 11** Mex 59-32 Papaloapan, Córdoba, Q. Roo. Hábito de crecimiento erecto, susceptible al acame; floración escasa a regular; regular soqueo; tolerante a la sequía, resistente a carbón y roya. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 130 en plantilla y 84 en soca. Porcentaje promedio de 14.3 de sacarosa y 13.4 de fibra. Maduración media.
- 12**Mex64-1214 Papaloapan, Córdoba, Q, Roo. Hábito de crecimiento erecto, resistente al acame, floración escasa o nula; buen soqueo; susceptible a la sequía; y tolerante al mal drenaje, resistente al carbón, tolerante a roya y raya roja. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 123 en plantilla y 94 en soca. Porcentaje promedio de 13.3 a 15.5 de sacarosa y 13.5 a 14.1 de fibra; Maduración media.
- 13**Mex64-1487 Sinaloa, Ameca. Hábito de crecimiento en canasta, susceptible al acame, floración nula a escasa; buen soqueo; resistente al carbón y roya; tolerante al barrenador. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 122 en plantilla y 100 en soca. Porcentaje promedio de 13.5 a 14.8 de sacarosa y 13 a 14.5 de fibra; Maduración media con alto contenido de sacarosa a principios de zafra.
- 14**Mex65-1413 Ameca, Sinaloa. Hábito de crecimiento en canasta, susceptible al acame; floración nula a escasa; buen soqueo; moderadamente resistente a carbón, tolerante a roya y barrenador. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 135 en plantilla y 114 en soca. Porcentaje promedio de 12.8 a 13.5 de sacarosa y 13.7 a 14.1 de fibra; Maduración temprana a medida con buen contenido de sacarosa a principios de zafra.
- 15**Mex65-1424 Ameca. Hábito de crecimiento en canasta; susceptible al acame, floración nula o profusa; buen soqueo; propia para condiciones de temporal, resistente a carbón y roya, tolerante a raya roja y barrenador. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 116 en plantilla y 94 en soca. Porcentaje promedio de 14 de sacarosa y 13.9 de fibra; maduración temprana a medida con buen contenido de sacarosa a principio de zafra.

- 16**Mex66-1235 Huastecas Hábito de crecimiento erecto, tolerante al acame, floración nula; buen soqueo, tolerante a la sequía, moderadamente resistente al carbón, resistente a roya, tolerante a barrenador. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 101 en plantilla y 85 en soca. Porciento promedio de 15.3 de sacarosa y 14.4 de fibra; maduración media con alto contenido de sacarosa a principios de zafra.
- 17** Mex67-351 Papaloapan, Córdoba Hábito de crecimiento ligeramente en canasta, resistente al acame, floración escasa; buen soqueo; resistente al carbón y roya; susceptible a la sequía y a las bajas temperaturas. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 120 en plantilla y 93 en soca. Porciento promedio de 14.0 de sacarosa y 14.5 de fibra; maduración media a tardía. Los tallos presentan escasa formación de médula y oquedad.
- 18** Mex68-200 Papaloapan, Córdoba, Q. Roo Hábito de crecimiento, susceptible al acame; floración nula a regular, buen soqueo; Susceptibilidad a la sequía, al mal drenaje y a las bajas temperaturas; resistente al carbón y roya, tolerante a raya roja, susceptible a salivazo y pulgón amarillo. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 131 ton en plantilla y 90 en soca. Porciento promedio de 14 de sacarosa y 10.3 a 13.9 de fibra; Maduración media a tardía.
- 19** Mex68-808 Matamoros Hábito de crecimiento erecto, tolerante al acame; floración nula; buen soqueo; resistente a carbón y roya. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 163 en plantillas y 132 en soca. Porciento promedio de 14 de sacarosa y 13.5 de fibra; maduración de media a tardía.
- 20**Mex68-1347 Huastecas Hábito de crecimiento abierto, tolerante al acame; floración nula; buen soqueo, moderadamente resistente a carbón y tolerante a roya y barrenador. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 120 en plantilla y 78 en soca. Porciento promedio de 15 de sacarosa y 14.8 de fibra, maduración media.
- 21**Mex68-2224 Chontalpa Hábito de crecimiento erecto, tolerante al acame, floración profusa; buen soqueo; resistente a carbón y roya. Rendimiento promedio en ton/ha de 127 en plantilla y 105 en soca. Porciento promedio de 13.9 de sacarosa y 10.8 de

- fibra; maduración media.
- 22** Mex68-P-23 Papaloapan, Córdoba Hábito de crecimiento ligeramente abierto, tolerante al acame; floración escasa a nula; buen soqueo; susceptible a la sequía y a las bajas temperaturas; resistente al carbón y roya; tolerante al pokkah-boeng, y mancha de ojo. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 125 en plantilla y 93 en soca. Por ciento promedio de 14.6 de sacarosa y 12.7 de fibra; maduración media. En altitudes superiores a 900 m es fuertemente atacada por la mancha de ojo.
- 23** Mex69-257 Papaloapan, Córdoba, Q. Roo. Hábito de crecimiento reclinado, susceptible al acame; floración nula a escasa; regular soqueo; tolerante a la sequía; resistente a carbón y roya, tolerante a raya roja. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 105 en plantilla y 88 en soca. Por ciento promedio de 13.4 a 14.4 de sacarosa y 10.4 a 14.6 de fibra; Maduración media.
- 24** Mex69-290 Papaloapan, Córdoba Hábito de crecimiento erecto, resistente al acame; floración nula a escasa, buen soqueo; Tolerante a la sequía y al mal drenaje; resistente a carbón y roya, tolerante a la raya roja y pokkah-boeng. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 120 en plantilla y 99 en soca. Por ciento promedio de 14 a 15.5 de sacarosa y 10.6 a 14.3 de fibra; Maduración media con aceptable contenido de sacarosa a principios de zafra. En condiciones de mal drenaje es mayormente afectada por la raya roja y pokkah-boeng
- 25** Mex 69-420 Córdoba Hábito de crecimiento erecto, susceptibilidad al acame, floración escasa a profusa; regular soqueo; moderadamente resistente a carbón; tolerante a roya; susceptible a sequía y mal drenaje. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 129 en plantilla y 96 en soca. Por ciento promedio de 15.7 de sacarosa y 13.3 de fibra; maduración media con aceptable contenidos de sacarosa a principios de zafra.



- 26** Mex69-430 Córdoba Habito de crecimiento ligeramente en canasta, tolerante al acame, floración escasa a regular; buen soqueo; resistencia a roya, moderadamente resistente a carbón, tolerante a raya roja, susceptible a la sequía, al mal drenaje y a bajas temperaturas. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 125 en plantilla y 104 en soca. Porcentaje promedio de 15.5 de sacarosa y 10.1 de fibra; maduración media con buen contenido de sacarosa a principios de zafra. Por su susceptibilidad al pokkah-boeng, no debe cultivarse en terrenos con mal drenaje.
- 27** Mex69-1451 Ameca, Los Reyes Hábito de crecimiento erecto; tolerante al acame; floración nula a profusa; buen soqueo y tolerante a la sequía, moderadamente resistente al carbón. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 136 en plantilla y 132 en soca. Porcentaje promedio de 15 de sacarosa y 12.3 de fibra; Maduración media con alto contenido de sacarosa a principios de zafra.
- 28** Mex69-1460 Ameca Hábito de crecimiento erecto, tolerante al acame; floración nula a escasa; buen soqueo; resistente a carbón, tolerante a roya y barrenador. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 137 en plantilla y 120 en soca. Porcentaje promedio de 15 de sacarosa y 14.6 de fibra; maduración media con aceptable contenido de sacarosa a principios de zafra.
- 29** Mex69-1529 Ameca Hábito de crecimiento erecto, tolerante al acame; floración nula; buen soqueo; resistente a carbón y roya, tolerante a barrenador. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 125 en plantilla y 112 en soca. Porcentaje promedio de 14.6 de sacarosa y 14.3 de fibra; mediación media.
- 30** Mex70-1484 Los Reyes, Ameca Hábito de crecimiento erecto, tolerante al acame; floración nula; buen soqueo; moderadamente resistente a carbón, tolerante a barrenador. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 130 en plantilla y 102 en soca. Porcentaje promedio de 15.6 a 16.1 de sacarosa y 12.3 a 13.7 de fibra; Maduración media.

31	Mex74-2405	Q. Roo	Hábito de crecimiento erecto, tolerante al acame; floración nula escasa; buen soqueo y tolerante a la sequía; moderadamente resistente a carbón, resistente a roya, tolerante a mosaico. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 133 en plantilla y 99 en soca. Porcentaje promedio de 14 de sacarosa y 12.2 de fibra; maduración media a tardía.
32	PM 72	Sinaloa	Hábito de crecimiento erecto, tolerante al acame; floración profusa y con formación de médula en los tallos, buen soqueo; Resistente a carbón y roya, susceptible al mosaico, tolerante al barrenador. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 155 en plantilla y 112 en soca. Porcentaje promedio de 13.2 de sacarosa y 16.4 de fibra; maduración media.
33	POJ 2878	Chontalpa, Córdoba, Papaloapan, Q, Roo.	Hábito de crecimiento en canasta, con tendencia al acame; floración regular a profusa, buen soqueo, resistencia a carbón y roya, tolerante al mosaico y mancha de ojo. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 110 en plantilla y 90 en soca. Porcentaje promedio de 13.5 a 15.0 de sacarosa y 12.3 de fibra; Maduración media a tardía.
34	Q 77	Córdoba, Papaloapan	Hábito de crecimiento erecto, resistente al acame; floración nula, regular soqueo, susceptible a la sequía y al mal drenaje, resistente a carbón y roya, susceptible al barrenador. Rendimiento de campo promedio en ton/ha de 106 en plantilla y 80 en soca. Porcentaje promedio de 14.1 a 15.5 de sacarosa y 12.6 a 13.6 de fibra, maduración media.

Azúcar, S.A. de C.V. (1985) hace una distribución de las variedades recomendadas para el cultivo comercial de acuerdo a las características ecológicas:

**Cuadro 9.** Variedades recomendadas de acuerdo a las características ecológicas.

<b>Area de influencia</b>	<b>Ingenios</b>	<b>Características Ecológicas</b>	<b>Variedades</b>
SINALOA	Los Mochis, el dorado, Rosales L a primavera	Riegos; 0 a 100 msnm; suelos profundos de color gris, textura arcillosa y migajón-arcillosa	Mex 57-473, Mex 58-326, Mex 64-1487, Mex 65-1413
AMECA	Melchor Ocampo, San Francisco, Ameca, Tala, Bellavista, Estipac	Riego; 900 a 1500 msnm; suelos profundos, color café rojizo a gris oscuro, textura migajón-arcillosa	Mex 57-473, Mex 58-1485, Mex 64-1487, Mex 65-1413, Mex 65-1424, Mex 69-1451, Mex 69-1460, Mex 69-1529, Mex 70-1484.
	José María Morelos	200 a 500 msnm; 1500 a 2000 mm anual; suelos profundos de color café claro, textura arcillo-arenosa	Co 419, Mex 57-473, Mex 58-326, Mex 65-1413, Mex 65-1424, Mex 69-1460
	El Molino, Puga	Riego; 600 a 900 msnm, suelos profundos de color rojizo y gris oscuro; textura arcillosa a arcillo-arenosa.	Mex 57-473, Mex 64-1487, Mex 65-1413, Mex 69.1451, Mex 69-1460, Mex 69-1529.
	Quesería	800 a 1200 msnm; 1200 a 1600 mm anual; suelos de espesor mediano, color café oscuro a gris claro de textura arcillosa y arcillo-arenosa.	Mex 58-1485, Mex 65-1413, Mex 69-1451, Mex 69-1460, Mex 69-1529.
	La Purísima, Tamazula, Guadalupe Santiago	Riego; 100 a 1200 msnm, suelos de espesor medio de color gris a café grisáceo, textura migajón-arcillosa a arcilla.	Mex 57-473 Mex58-1485, Mex 64-1487, Mex 651413, Mex 69-1451. Mex 69-1460
LOS REYES	Santa clara, san Sebastián	Riego; 1100 a 1350 msnm; suelos profundos, de color gris a oscuro a negro, textura arcillosa.	Mex 57-473, Mex58-1485, Mex70-1484
	Padernales, Puruarán, Lázaro Cárdenas	Riegos; 700 a 1500 msnm; suelos de espesor mediano a profundo café oscuro negro, textura arcillosa a arcillo-arenosa	Mex 57-473, Mex 58-1485, Mex 69-1451, Mex 70-1484.

MATAMORO S	Emiliano Zapata	Riego; 800 a 1000 msnm; suelo de espesor mediano color gris a negro; Textura arcillosa.	Mex 57.473, Mex 68-808
	Oacalco, Casasano	Riego; 1200 a 1330msnm; suelos de espesor mediano de color gris, textura migajón-arcillosa a arcillosa.	Mex 57-473, Mex 68-808
	Atencingo	Riego; 900 a 1300 msnm; suelos profundos de color gris oscuro a negro; textura migajón arcillosa.	Mex 57-473, Mex 68-808
	Calípan	Riego; 900 a 1300 msnm; suelos delgados a medios de color café rojizo a café amarillento, textura arcillosa, arcillo-arenosa y migajón-arcillosa.	Mex 57-473, Mex 68-808
HUASTECAS	El Mante, Xicoténcatl	Riego; 0 a 200 msnm; suelos profundos; de color gris oscuro a negro, textura arcillosa y arcillo-arenosa.	Mex 57-473, Mex 58-1230, Mex 66-1235, Mex 68-1347.
	Ponciano Arriaga	200 a 400 msnm; 1200 a 1400 mm; suelo profundos color café oscuro a negro, textura arcillosa a arcillo-limosa.	Mex 66-1235, Mex 68-1347.
	Alianza Popular	0 a 400 msnm; 1200 a 1900 mm; suelos profundos de color negro, textura arcillosa a arcillo-arenosa.	Mex 57-473, Mex 58-1230, Mex 66-1235, Mex 68-1347.
	Plan de Ayala	0 a 200 msnm; 1200 a 1700 mm anual, suelos profundos de color gris oscuro, textura arcillosa y migajón-arcillosa.	Mex 57-473, Mex 66-1235, Mex 68-1347.
	Pánuco, El Higo	Riego; 0 a 100 msnm; suelo profundos de color negro a café claro; textura migajón limoso a arcillosa.	Mex 57-473, Mex 66-1235, Mex 68-1347.
	CORDOBA	Central Progreso, Providencia	200 a 500 msnm; 1200 a 1600mm anual; suelos delgados de color gris-oscuro a café rojizo, textura arcillosa a arcilla-arenosa.

San José de Abajo, El Potrero, Providencia	400 a 800 msnm; 1600 a 1800 mm anual; suelos de espesor medio de color gris a negro, textura arcillosa arcillo-arenosa.	Mex 57-473, Mex 58-326, Mex 64-1214, Mex 69-290, Mex 69-430, B 77, POJ 2878.
San Miguelito, San Nicolás.	600 a 900 msnm; 1600 a 2000 mm anual; suelos buenos y profundos de color café oscuro a rojizo, textura arcillosa.	Mex 57-473, Mex 58.326, Mex 58-418, Mex 64-1214, Mex 69-290, Mex 69-420, Mex 69-430, POJ 2878.
El Carmen	800 a 1200 msnm: 1800 a 2200 mm anual; suelos buenos y profundos de color café oscuro a rojizo, textura arcillosa.	Mex 58-418, Mex 69-290
Mahuixtlán, Concepción	La 900 a 1500 msnm; 1800 a 2200 mm anual; suelos delgados a medios, color café oscuro, textura arcillosa y arcillo-arenosa.	Mex 58-418, Mex 69.290, Mex 64-1418
Mahuixtlán	500 a 900 msnm; 1600 a 2200 mm anual; suelos de espesor medio, color café a gris oscuro de textura arcilla y arcillo-limosa	Mex 57-473, Mex 69-290, Mex 69-430, POJ 2878.
El Modelo, Gloria, Concepción.	La La Riego; 0 a 50 msnm; suelos de espesor medio color gris oscuro a negro; textura arcillosa a arcillo-arenosa.	TAV 66-339, Mex 57-473, Mex 58-326. Mex 59-32, Mex 64-1214, Mex 68-200, Mex 68-P-23, Mex 69-290, Mex 69-430.
Independencia, La libertad	La 0 a 150 msnm; 1200 a 1500 mm anual; suelos de espesor medio a profundo, color gris claro a café grisáceo, textura migajón-arcillosa a arcilla.	Mex 57-473, Mex 58-1230, Mex 59-32, Mex 69-290, POJ 2878.

PAPALOAPA N	Motzorongo, Constancia, Refugio, Margarita, Adolfo López Mateos.		O a 300 msnm; 1600 a 3000 anual; suelos de espesor mediano a profundo de color gris a café rojizo, textura arcillosa.	Co 419, Co 997, ITAV 66-339, Mex 57-473, Mex 59-32, Mex 64-1214, Mex 67-351, Mex 68-200, Mex 68-P-23, Mex 69-290, Q 77.
	Motzorongo, constancia, Refugio, Margarita, Valles, Gabriel, Cristóbal, Cuatotolapan.	El Tres San San	0 a 150 msnm; 1200 a 1500 mm anual; suelos delgados de color gris a café claro, textura arcillosa a arcillo-arenosa.	B 43337, Co 997, Mex 59-32, Mex 69-257.
	San Cristóbal, Gabriel.	San	0 a 100 msnm; 1200 a 1600 mm anual; suelos profundos de color negro a café grisáceo, textura arcilla arenosa a arcillosa.	ITAV 66-339, Mex 57-354, Mex 58-326, Mex 64-1214, Mex 67-351, Mex 68-200, Mex 69-290, POJ 2878.
	San Pedro, Francisco Naranja.	San	0 a 120 msnm; 1800 a 3000 mm anual, suelos de espesor profundo a medio de color gris a café rojizo, textura arcillosa a migajón arcillosa.	Co 997, ITAV 66-339, Mex 57-473, Mex 64-1214, Mex 68-200, Mex 69-290, POJ 2878.
CHONTALPA	Santa Benito Nueva Dos Patrias.	Rasalía, Juárez, Zelandia,	O a 100 msnm; 200 a 3200 mm anual; suelos profundos de color café oscuro a café grisáceo, textura migajón- arcillosa y arcilla.	Mex 57-354, Mex 57-473, Mex 68-2224, POJ 2878.
	Hermenegildo Galeana		0 a 100 msnm; 2000 a 2500 mm anual; suelos profundos de color café grisáceo, textura arcillosa y arcillo-arenosa.	Mex 57-473, Mex 57-354, Mex 68-2224.

Q. ROO.	La joya	0 a 100 msnm; riego; suelos delgados a medianos, textura arcillosa.	Mex 57-473, Mex 59-32, Mex 64-1214, Mex 68-200, Mex 74-2405.
	Alvaro Obregón	0 a 100 msnm; riego, suelos delgados a medianos, color café grisáceo a café rojizo, textura arcillosa.	Mex 57-473, Mex 59-32, Mex 64-1214, Mex 68-200, Mex 74-2405.
HUIXTLA	Huixtla	300 a 500 msnm; 3800 a 4000 mm anual; suelos profundos color gris cafésáceo, textura franca a migajón limosa.	Mex57-473. Prospectos: Mex 68-290, Mex 69-430, Q 77.
	Pujilic.	400 a 1000 msnm; riego, suelos delgados a medianos de color negro a gris oscuro, textura arcillosa.	Mex 57-473, POJ 2878. Prospectos: Mex 69-290, Mex 69-430, Q 77.
	José Portillo, Domingo.	López Santo 0 a 100 msnm; riego, suelos de mediano espesor, color grisáceo a café, textura arcillosa a migajón arcillosa	Mex 57-473. Prospectos: Co 995, ITAV 66-339, Mex 57-354, Mex 58-336, Mex 68-200,

## **X. PLAGAS Y ENFERMEDADES**

### **10.1. GENERALIDADES**

Las principales plagas y enfermedades que atacan a la caña de azúcar en México, causan un alto porcentaje de pérdidas anuales en más de 200, 000 hectáreas, que representan el 40% total del cultivo.

### **10. 2. La Roya de la Caña de Azúcar.**

La roya es una de las enfermedades más importantes que atacan a la caña de azúcar en numerosos países del mundo y su existencia de fines del siglo XIX. En el continente Americano es de reciente introducción, apenas en 1978 apareció en la República Dominicana.

La primera descripción de la enfermedad fue dada por Kruger (1980) en java, quien clasificó al patógeno como *Uromyces Ruehnii*. Con anterioridad había sido descrita una enfermedad parecida, pero dicho reporte fue incompleto y no se tomó en consideración. Walker y Went (1968) consideraron la clasificación de Kruger y reclasificaron al hongo como *Uredo Ruehnii*.

Hans y Paul Sydow (1907) clasificaron un hongo que causaba la roya en gramíneas procedente de la India con el Nombre *de Puccinia melanophacela*. Butlaer (1918) encontró la enfermedad en la India sobre varias especies de *Saccharum* silvestre, y por sus teliosporas la clasificó como *Puccinia ruehnii*. En Australia Cobb encontró la roya y luego North la reportó como una enfermedad sin importancia.

El primer reporte de *P. Ruehnii* atacando caña de azúcar cultivada, ocurre en Sudáfrica en la década de los cuarenta. En 1975 a raíz de una epifitía de roya, el patógeno es identificado como *P. Erianthi*. La primera epidemia de roya en Africa atribuida a *P. Melanocephala* ocurre en 1964 en Tanzania y Rhodesia



e invade en corto tiempo otros países como Uganda, Kenia, Malawi, Camerún y Arabia Saudita.

En América la roya fue reportada por primera vez en julio de 1978, en la República Dominicana y fue identificada como *P. Ruehni*. En septiembre de ese mismo año aparece en Cuba y Jamaica y en octubre en Puerto Rico. Después se reportó en Panamá y luego, en un período relativamente corto, en Venezuela, Honduras, Belice, México, Guatemala, Costa Rica, Nicaragua, Florida, Hawai, Louisiana y Texas, U.S.A.; Haití, Guadalupe Colombia, El Salvador, Ecuador y últimamente en Barbados, Filipinas, Nueva Guinea y Brasil.

**Cuadro 10.** Cronología de la aparición de *Puccinia spp.* Atacando a la caña de azúcar en el continente Americano

<b>Año</b>	<b>País</b>	<b>Especie</b>
1978	República Dominicana	<i>Ruehni</i>
1978	Jamaica	<i>Ruehni</i>
1978	Cuba	<i>Melanocephala</i>
1978	Puerto Rico	<i>Melanocephala</i>
1978	Panamá	<i>Ruehni</i>
1978	México	<i>Melanocephala</i>
1979	Belice	<i>Melanocephala</i>
1979	Hondura	<i>Melanocephala</i>
1979	Venezuela	<i>Ruehni</i>
1979	Guatemala	<i>Melanocephala</i>
1979	Costa Rica	<i>Ruehni</i>
1979	Nicaragua	<i>Ruehni</i>
1979	USA (Florida)	<i>Melanocephala</i>
1979	Haití	<i>Ruehni</i>
1979	Colombia	<i>Ruehni</i>
1979	USA(Louisiana)	<i>Melanocephala</i>
1979	USA(Texas)	<i>Melanocephala</i>
1979	El Salvador	<i>Ruehni</i>
1980	Ecuador	<i>Melanocephala</i>
1980	Barbados	<i>Ruehni</i>
1980	Filipinas	<i>Ruehni</i>
1982	Hawai	<i>melanocephala</i>

### 10.3. CLASIFICACION TAXONOMICA

#### Taxonomía

**Reino.....Myceteae (Fungi)**  
**Division.....Amastigomycota**  
**Subdivision.....Basidiomycotina**  
**Clase.....Teliomycetidae**  
**Orden.....Uredinales**  
**Familia.....Pucciniaceae**  
**Genero.....Puccinia**  
**Especie.....melanocephala**

(Alexopuolus, 1984; Ulloa, 1978.)

### 10.4. Importancia económica

La roya es una de las enfermedades fungosas de mayor importancia económica que atacan a la caña de azúcar. En los primeros años de su aparición, causó estragos en las variedades susceptibles, por lo que fueron eliminadas del cultivo comercial. El Departamento de Agricultura de Bombay, India, retiró del cultivo a la variedad Co 475 debido al daño tan fuerte en las hojas y finalmente ésta variedad fue eliminada del cultivo en la India por las constantes epifitias. En 1969 en Camerún, la variedad B 4362, la mejor en cultivo comercial. Fue casi exterminada después que apareció la roya.

En Sudáfrica reportan pérdidas de cerca del 20% en la variedad comercial N 55/805. En Cuba se tenía en 1979 más del 25% del área cañera

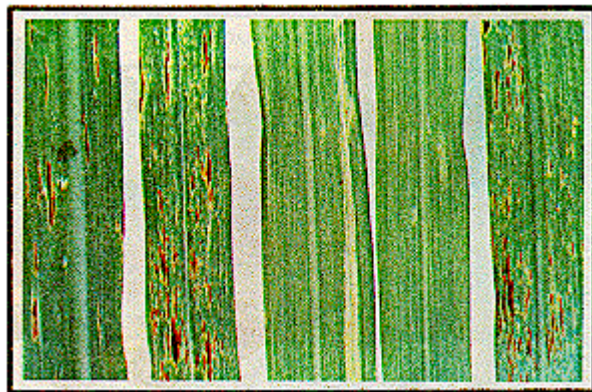
cultivada con la B 4362 y en 1980 se reportaron pérdidas por alrededor de un millón de toneladas de azúcar en relación a la zafra anterior.

En la actualidad la roya *P. Melanocephala* es epifítia en casi todas las regiones de América donde se cultiva la caña de azúcar y las pérdidas en producción que ocurrieron de 1979-1981 en la B 4362 fueron tremendas.

En México, las regiones que han sufrido mayores daños son: La Chontalpa, Tab; Tuxtepec, Oax.; Papaloapan, Córdoba y Lerdo de tejada, Ver., Cd. Valles, S.L.P. y en menor grado Quintana Roo. Esta enfermedad causó un notable descenso de la superficie cultivada con variedad B 4362.

### 10.5. Síntomas

Los síntomas típicos de la enfermedad, como los describen varios autores, se manifiestan en las hojas en forma de manchas cloróticas (de 2 a 10 mm de largo y 3 de ancho), alargadas, de color amarillo pálido y tamaño diminutos, sobre el haz y envés. Estas manchas incrementan rápidamente su tamaño, principalmente en longitud, tomando una coloración café rojizo rodeadas de un halo amarillo pálido que en muchos casos en lesiones viejas desaparece.

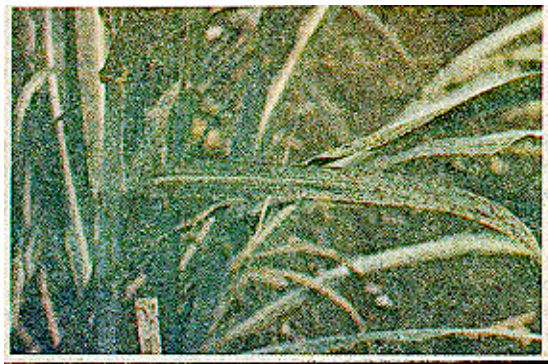


**FIGURA 2. POSTULAS EN HOJAS DE LA CAÑA DE AZUCAR**

Las pústulas se forman en el centro de las lesiones, especialmente en el envés y algunas veces en el haz o en la vaina de la hoja, las cuales se rompen dejando escapar masas de esporas de color anaranjado. El ataque se presenta con mayor severidad durante los primeros seis meses de desarrollo de las plantas.

El tipo de ataque de la roya depende principalmente de la resistencia de la variedad y de las condiciones climáticas. Si la variedad es susceptible las lesiones se unen y forma grandes áreas necróticas que acortan la vida de las hojas en variedades resistentes produce pequeñas manchas cloróticas que algunas veces desaparecen, otras se necrosan y no aumentan de tamaño.

En ciertas variedades se presenta una reacción de hipersensibilidad y solamente se desarrollan gran cantidad de puntos cloróticos, casi blancos que le dan apariencia virosa. El efecto en las plantas jóvenes atacadas por esta enfermedad es una reducción drástica del crecimiento y adelgazamiento de los tallos.



**FIGURA 3. DAÑO EN LA PLANTA**



FIGURA 4. DAÑO EN EL FOLLAJE

## 10.6. Características del hongo

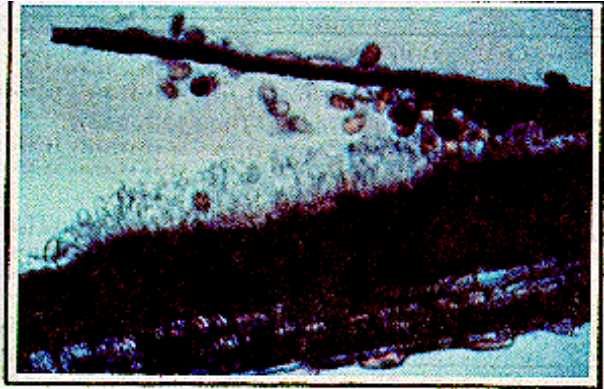
El hongo *Puccinia melanocephala* causante de la roya de la caña de azúcar pertenece al orden Uredinales, que es un parásito obligado por que sólo se puede cultivar sobre tejido del hospedero. Cultivos de *P. Melanocephala* se pueden mantener a través de varias generaciones por medio de la técnica del corte de la hoja.

En caña de azúcar esta especie presenta uredospora de color naranja a café, en forma de pera u oval, de paredes gruesas y espinosas sobre tallos cortos. Los parafisos se encuentran alrededor del margen del soro, y son de forma cilíndrica con tallos largos, de color café oscuro.

Esta especie se caracteriza por tener uredospora de 28-38 micras de largo y de 19-25 de ancho con paredes gruesas y teliosporas claviformes de 36-58 u de largo y de 16 a 25 de ancho con dos células y una constricción entre ambas. La célula superior es más grande y rodondeada con engrosamiento apical. La inferior es clara, alargada y está unida al pedicelo, con abundantes parafisos hialinos de forma claviforme.

La uredospora germinan rápidamente en agua a temperaturas de 14 a 34°C (bajo óptimas condiciones se realiza a 25°C). Permanecen hasta por cinco semanas a temperaturas de 5°C y rápidamente pierden su viabilidad a

temperaturas arriba de 30°C. La inducción de la germinación de teliosporas no es satisfactoria y la única referencia sobre su germinación es de Vasudeva, quien indicó que la temperatura óptima de germinación en agua es de 18-22°C.



**UREDOSPORAS Y TELIOSPORAS**



**FIGURA 6. GERMINACION DE LA UREDOSPORA**

## 10.7. Infección y propagación

La dispersión de la enfermedad es rápida a temperaturas de 30°C y humedad relativa superior a 70%. En condiciones ideales de humedad, temperatura y hospedero, las primeras pústulas aparecen de 10 a 14 días después de la incubación. La abundancia de lluvias favorece considerablemente la germinación de las esporas provocando epidemias agudas.

La enfermedad de la roya aparenta desaparecer a los seis o siete meses de edad de las plantas. En un principio se pensó que la planta desarrolla con la edad cierto tipo de resistencia, sin embargo al observar algunos cañaverales mayores de un año severamente atacados, se atribuyó este fenómeno a que las plantas producen un microclima desfavorable para el desarrollo del hongo y en algunas ocasiones las condiciones climáticas afectan esta situación.

La severidad del ataque de la roya se intensifica con precipitaciones altas, elevadas humedad relativa y alta temperatura. Kanz *et al* (1977), citado por Bernard reporta que la expansión de la roya es generalmente rápida a temperatura de 30° C y humedad relativa mayor de 70% y que los nublados y el viento ayudan al desarrollo de las pústulas y a la diseminación de las esporas del hongo.

Las esporas se mantienen viables por cinco semanas a temperaturas entre 18 a 28° C y pierden rápidamente su viabilidad a temperaturas superiores a los 35° C. Por el contrario las temperaturas bajas y la alta humedad del suelo, favorecen el desarrollo de la roya.

El efecto del clima sobre la infección de roya, se determinó en campos de B 4362 afectados por la enfermedad, encontrado que la temperatura crítica para la germinación de las uredosporas es de 35°C en adelante, y que ésta no germinan sin alta humedad relativa. Las lluvias de mayo, junio y julio son favorables para la infección de la caña.

La alta humedad atmosférica es el factor más importante para la infección. Los suelos mal drenados afectan la resistencia de las plantas, mostrando éstas severos daños en las hojas.

En la región de Córdoba, Ver; se determinó que la temperatura tiene poca influencia en la incidencia de la roya, teniendo mayor importancia la humedad relativa y la edad de la caña. Una incidencia fuerte de roya en cañas jóvenes conduce a bajos rendimientos de campo.

### **10.8. Hospederos**

El organismo causal de la roya se ha encontrado en especies de la familia de las gramíneas. En la india el hongo fue reportado infectando especies de *Erianthus*. Chona Mujal reporta como hospederos a *E. Fulvus* y a cañas cultivadas. También se citan infecciones producidas artificialmente en gramíneas como *Bambus sp.*; *E. elegans*; *E. maximus*; *Saccharum spontaneum*(Mandalay) y formas de *S. Officinarum*. En México no hay reportes de hospederos alternantes .



# **X1. MEDIDAS DE CONTROL**

## **11.1. Químico**

La medida de control tomada inicialmente en República Dominicana y Puerto Rico para evitar la dispersión de la roya consistente en destruir los cañaverales afectados con fuego o productos químicos, no dio los resultados esperados. Posteriormente se experimentó el empleo de fungicidas con algunos resultados favorables.

Tiwari en al India, encontró que Ferbam y Ziram son efectivos contra la roya bajo las condiciones de campo de algunos lugares. Singh *et al*, reportó que una mezcla de Ferbam (0.75%) y sulfato de níquel (0.5%) dieron buen control con cinco y seis aplicaciones realizadas entre los meses de noviembre a marzo, sin embargo dichos productos fueron inadecuados comercialmente. A partir de esto, Bachchhav *et al* realizó aspersiones de Ferbam (0.75%) y sulfato de níquel (0.5%) a intervalo de 21 días, iniciando la aparición de la enfermedad, con lo que redujo la infección a 37.5% con una recuperación de 7.66 ton/ha.

En Jamaica se asegura buen control de la enfermedad con aplicaciones de 600 gr/ha de Dithane o Manzate dos a tres semanas después de la cosecha a intervalo de ocho días. A medida que la caña aumenta en edad, la dosis del fungicida se debe aumentar a 1 kg/ha. En Sudáfrica, Bailey obtuvo buen control con 5 a 10 aplicaciones de Macozeb asperjados quincenalmente a partir del mes de sembrada o cortada la caña.

Control aceptable a nivel experimental se obtuvo en Panamá por un período de 10 días sin lluvias con los productos Plantavax, Bavistin, Cycosin, Mertec, Maneb, Duter y Daconil. Después de este tiempo, sólo el plantvax tuvo efecto apreciable.

En México, se ensayaron los productos Bayleton, Saprol, Manzate, Daconil, Cardo Bordeles (1-1-100), Ridomil, CGA y Sicarol con diferente periodicidad y dosis de aplicaciones, sin respuesta satisfactoria.

## 11.2. Biológico

No se conocen medidas de control biológico para esta enfermedad; sin embargo se ha reportado a *Darluca filum*, *Fusarium uredinum* y *Penicillium* sp. Parasitando uredospora y teliosporas de *Puccinia* sp.

## 11.3. Cultural

El método de control más efectivo y práctico contra la roya consiste en la sustitución de las variedades susceptibles por resistentes. La variedad B 4362, por su excelente producción de campo, fábrica y alta resistencia al carbón *Ustilago scitaminea* ocupada grandes extensiones de cultivo en Cuba, República Dominicana y México y con la aparición sorpresiva de la roya en 1978, que la afecto seriamente en éstos y otros países tuvo que ser eliminada del cultivo comercial.

La susceptibilidad de las variedades de caña de azúcar al ataque de la roya depende de la composición genética de la variedad, del patógeno, condiciones ambientales e interacciones entre estos factores.

Las variaciones del patógeno no pueden prevenirse; sin embargo, la susceptibilidad de las variedades de caña al ataque de la roya se puede disminuir mediante:

- 1.- Aumento de la diversidad genética utilizando distintas fuentes de germoplasma a partir de mutaciones generales e inducidas.
- 2.- Diversificación varietal y
- 3.- Uso de prácticas culturales.

A partir de la aparición de la roya en la Chontalpa, Tab; el IMPA emprendió los estudios para determinar el grado de resistencia y/o

susceptibilidad de las variedades en cultivo comercial en el país. En octubre de 1979 se iniciaron en el campo experimental de Córdoba, Ver; las primeras pruebas por método de inoculación y siembra de variedades en condiciones naturales, para tal efecto, las variedades en estudio se siembran en parcelas de 5 m de largo por 1.40 m de separación entre surcos, intercalando la variedad B4262 cada dos surcos.

El grado de infección de las variedades en prueba se determina visual comparado con el grado de infección de la variedad testigo susceptible (B 4362) y resistencia (Mex 57-473). Las observaciones se realizan a los tres, cinco, nueve y 12 meses en ciclo plantilla y soca y la calificación final de cada variedad por ciclo la determina el grado máximo de infección alcanzado por la variedad testigo susceptible.

La reacción de las variedades a la enfermedad de la roya se determina en base a los síntomas en el follaje de las plantas y se clasifican de acuerdo a la siguiente tabla.

Grado	Reacción	Tipo de ataque
0	Altamente resistente (AR)	Roya presente en el área. Síntoma no visible.
1	Resistente (R)	Síntoma no típico. Puntos cloróticos y/o necróticos, pústulas ausentes. De 10 a 15% del área foliar afectada.
2	Moderadamente resistente (MR)	Puntos cloróticos. Necróticos y algunas pústulas en las hojas viejas. De 20 a 25% área foliar afectada.
3	Susceptible (S)	Pequeñas y/o grandes manchas irregulares rojo a café rojizo. Pústulas produciendo esporas en todas las hojas. De 30 a 35% del área foliar afectada.
4	Altamente Susceptible (AS)	Grandes manchas rojizas y/o necróticas con pústulas produciendo esporas. Unión de manchas cubriendo gran parte de la superficie de las hojas. Del 70 a 75% del área foliar afectada.

**Cuadro 11. REACCION DE LAS VARIEDADES A LA ENFERMEDAD DE LA ROYA RESULTADO DE LAS EVALUACIONES REALIZADAS POR EL IMPA DE 1979 A 1986.**

Variedad	Reacción	Variedad	Reacción	Variedad	Reacción
B 3439	MR	B 7502	R	BJ 70-36	R
B 4362	AS	B 7619	R	BJ 70-39	R
B 4363	MR	B 7670	AR	BR 6256	R
B 46119	R	B 7678	AR	BT 65-282	R
B 52313	R	B 76116	R	C 87-51	R
B 59136	AR	B 76181	AR	CL 59-1052	S
B 60163	R	B 76244	MR	Co 213	R
B 64278	S	B 76385	R	Co 290	R
B 68230	MR	B 76425	MR	Co 331	R
B 70118	R	B 76467	S	Co 419	MR
B 70188	AR	B 76696	S	Co 421	MR
B 70218	MR	B 76701	R	Co 63-04	R
B 70225	R	B 76703	MR	Co 775	MR
B 70405	AR	B 76821	R	Co 997	R
B 70574	MR	B 7740	S	CP 29-203	R
B 71326	R	B 77475	MR	CP 44-101	R
B 74140	R	B 78121	R	CP 47-11	MR
B 74222	MR	B 78296	R	CP 52-43	R
B 74424	S	B 78505	AR	CP 52-68	R
B 7567	MR	BJ 58-14	AR	CP 56-63	R
CP 72-370	R	Mex 56-18	R	CP 56-69	R
CP 72-1210	R	Mex 56-78	R	CP 61-37	MR
CP 72-1212	MR	Mex 56-363	MR	CP69-1059	MR
CP 72-2086	R	Mex 56-473	R	CP 70-13	R
CP 73-1547	AR	Mex 56-476	MR	CP 70-1133	R
CP 74.2005	MR	Mex 56-541	S	CP 70-1527	R
EPC 72-174	MR	Mex 57-29	R	CP 72-355	R
F 134	MR	Mex 57-129	R	Mex 63-1405	AS
H 37-1933	R	Mex 57-337	S	Mex 64-213	MR
H 44-3098	R	Mex 57-354	R	Mex 64-1201	MR
H 50-2036	MR	Mex 57-473	R	Mex 64-1214	R
H 54-775	S	Mex 57-683	MR	Mex 64-1403	S
IAC 682	S	Mex 57-1285	R	Mex 64-1411	R
IAC 691	R	Mex 58-326	R	Mex 64-1487	R
ITAV 60-1239	R	Mex 58-418	R	Mex 65-1212	R
ITAV 66-338	AS	Mex 58-1230	MR	Mex 65-1413	MR
ITAV 66-339	R	Mex 58-1485	S	Mex 65-1424	R
Ja 64-11	R	Mex 59-32	R	Mex 66-445	MR
Ja 64-19	MR	Mex 60-207	R	Mex 66-466	R
Ja 60-5	MR	Mex 60-445	R	Mex 66-1235	R
L 60-5	MR	Mex 60-1403	R	Mex 66-1247	R
L 60-14	R	Mex 60-1429	R	Mex 66-1428	R
L 61-17	S	Mex 60-1459	S	Mex 67-351	R
Mex 52-17	S	Mex 60-1474	S	Mex 68-P-23	MR
Mex 54-81	R	Mex 62-5	R	Mex 68-200	R

Mex 55-250	MR	Mex 65-1242	R	Mex 68-754	R
Mex 55-261	R	Mex 63-403	S	Mex 68-808	R
Mex 68-2232	R	Mex 71-404	R	Mex 68-1222	R
Mex 68-2236	MR	Mex 71-436	MR	Mex 68-1238	R
Mex 68-2242	S	Mex 73-210	R	Mex 68-1347	S
Mex 68-2243	MR	Mex 73-287	MR	Mex 68-1368	MR
Mex 69-257	R	Mex 73-345	MR	Mex 68-2211	S
Mex 69-290	R	Mex 73-523	R	Mex 68-2224	R
Mex 69-400	MR	Mex 73-607	R	Mex 68.2229	S
Mex 69-401	R	Mex 73-1408	MR	POJ 2878	R
Mex 69-418	R	Mex 73-1511	R	PR 1002	R
Mex 69-420	R	Mex 74-211	MR	PR 1048	R
Mex 69-430	R	Mex 74-1409	R	PR 1117	MR
Mex 69-436	R	Mex 74-1834	S	PR 62-226	MR
Mex 69-450	R	Mex 75-452	R	PR 62-626	S
Mex 69-749	R	Mex 80-524	MR	PR 62-2851	AR
Mex 69-1441	R	ML 3/18	R	PR 63-227	R
Mex 69-1451	R	MY 55-14	S	PR 63-488	MR
Mex 69-1456	AS	NA 56-42	S	Q 67	S
Mex 69-1460	R	NA 56-62	AR	Q 68	MR
Mex 69-1511	MR	NA 56-79	S	Q 70	MR
Mex 69-1529	R	NA 63-90	S	Q 77	MR
Mex 70-421	S	NA 63-103	R	Q 96	R
Mex 70-469	R	Nco 310	R	R 469	R
Mex 70-485	R	Obispo	AR	RB 70-5146	R
Mex 70-554	R	P 3311	MR	RB 72-6	R
Mex 70-1447	MR	PM 35	R	RB 72-372	R
Mex 70-1484	MR	PM 72	R	RB 72-1012	MR
Mex 70-1511	MR	POJ 36	R	RB 73-1243	R
RB 73-9331	R	SP 72-186	R	RB 73-1247	R
RB 73-9735	R	SP 72-4790	R	RB 73-2223	MR
RB 73-9953	R	SP 73-1318	R	RB 73-2727	R
RB 74-5058	MR	Tuc 67-24	R	RB 73-2908	AR
RB 74-5078	MR	Tuc 67-27	MR	RB 73-5275	MR
RB 74-5419	S	Tuc 68-18	R	RB 73-5329	R
RD 75-11	AR	Tuc 69-104	R	RB 73-9115	MR
RD 80-08	R	Tuc 69-107	MR	Tuc 72-2	MR
SP 70-1005	MR	Tuc 70-5	R	Tuc 72-4	R
SP 70-1078	S	Tuc 71-1	AR	Tuc 72-5	R
SP 70-1284	MR	Tuc 71-8	MR	Tuc 72-7	R
SP 70-3370	MR	Tuc 71-9	R	Tuc 72-9	R
SP 71-5574	MR	Tuc 71-11	MR	Tuc 72-17	MR
SP 71-6180	R	Tuc 74-27	AR	Tuc 72-20	MR
Tuc 74-16	AR	Tuc 74-28	R	Tuc 72-23	S
Tuc 74-17	R	Tuc 74-38	MR	Tuc 73-1	S
Tuc 74-20	R	Tuc 74-39	AR	Tuc 73-12	R
Tuc 74-25	MR	Tuc 74-45	R	Tuc 74-1	MR
Tuc 76-1630	R	Tuc 74-50	R	UCW 54-40	R
Tuc 76-1670	MR	Tuc 74-53	R	US 52-17-1	R
Tuc 76-1719	R	Tuc 76-1386	S	V 632	R

## **XII. OTRAS PLAGAS**

### **12.1. Plagas de la Raíz.**

Nombre Común: **Rata cañera**

Nombre científico: *Simgmodón hispidus toltecus* (**Say**).

*Sigmodón hispidus Major*

**Distribución:** Se presenta en todas las zonas cañeras del país, pero de mayor infestación en: Sinaloa, las Huastecas y Nayarit.

**Descripción:** El pelaje en la parte basal es gris oscuro y la apical marrón. Son animales de 235 mm de largo, cola desnuda.

**Importancia y daño:** Ataca tanto el pelillo cañero (cañas chicas sin canutos formados) como cañas grandes. Roe los canutos basales de la caña dando lugar al acame con el viento y destruirlos en su totalidad, las plantas no caen se vacían perdiendo el azúcar extraíble en los ingenios.

**Hábitos:** Son muy prolíferas alcanzan su madurez a los 3-4 meses, y su periodo de gestación dura 21 días, pudiendo tener de 248 crías por nidada, es de hábitos nocturnos y diurnos. Puede anidar en piedras zacates, montones de caña, matorrales, en terrenos duros y acabado de barbechar. Se presenta todo el año.

**Combate y dosis por hectárea:**

**Control preventivo.-** Comederos envenenados, colocados de 45-50 m en varias filas y direcciones.

**Control directo.-** Arsénico blanco, carbonato de bario, estricnina, sulfato de talio, warfanina o fumarina, usados en forma de cebos, se colocan en comederos o bolsas rociadas con aceite de linaza o de ajonjolí. Se colocan 100 trampas grandes/ha entre 18 a 20 m cada una, para saber la infestación, si caen de 8-10 se inicia el combate.

**Cebos envenenados:**

- Avena y sulfato de talio

Avena descascarada	40 kg.
Sulfato de talio	250 gr
Paranitrofenol	60 gr
Aceite mineral	3.5 lt.
Atrayente	0.250 lt.

- Avena y fumarina

Avena descascarada	40 kg
Fumarina al 50%	.215 gr.
Paranitrofenol	.60 gr
Aceite mineral blanco	3 lt
Atrayente (aceite de maíz, linaza o ajonjolí)	.250 lt.

- Maíz cocido-sulfato de estricnina

Maíz apozolado	100 kg.
Sulfato de estricnina	150 gr.
Bicarbonato de sodio	150 gr.
Piloncillo o azúcar	5-6 kg.
Esencia de vainilla	30 cc

Nombre Común: **Tuza**

Nombre Científico: *Heterogeomys hispidus*

*Thomomys umbrinus*

**Distribución:** Las áreas más afectadas son: Sinaloa, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Veracruz, Tabasco, Oaxaca, Colima y Tamaulipas.

**Descripción:** De color café a café oscuro en el dorso, siendo más pálido por debajo, cola desnuda. Tiene una longitud total de 345 mm. Partes del cuerpo modificadas para la excavación como patas, uñas largas y corvadas.

**Importancia y daño:** Corta las raíces ocasionando es secamiento de la planta. La cepa atacada en terreno aranso se hunde un poco dentro de la galería. El ataque se nota en cepas o en conjunto de ellas siguiendo la trayectoria determinada que permite localizarla.

**Hábitos:** Es de hábitos solitarios y solo se juntan en la época de celo, normalmente tienen un parto por año, procreando de 2-4 descendientes, en los meses de otoño donde produce los mayores daños. Se presenta todo el año.

**Combate y dosis por hectárea:** Con 20 ml de bromuro de metilo o 100 gr de Cyanogas o 100 ml de ILL HELLIOS (Alisenevol C<sub>3</sub> H<sub>5</sub> CN<sub>5</sub>) se aplica con dispositivos especiales aplicando 100 ml por cada galería con pastillas marca Delicia (fósforo de aluminio) con 2 o 4 tabletas por cada galería.

Nombre Común: **Gallina ciega o Mayate de junio.**

Nombre Científico: *Phillophaga spp.*

**Distribución:** Varias especies de Gallina ciega que pertenecen a varias especies, son plagas en una amplia gama de cultivos en todo el mundo.



Incluyendo a la caña de azúcar. El cual se presenta en todas las zonas cañeras del país.

**Descripción:** Son de color negro pardusco y de 13 a 19 mm de largo. Solamente las larvas son perjudiciales, al alimentarse de las raíces de las plantas. Tienen una forma de C con cabeza parda y cuerpo blanco. Las larvas completamente desarrolladas alcanzan una longitud de 20 mm. Dependiendo de la especie, el ciclo de vida puede requerir 1 a 2 o más años.

**Importancia y daño:** El daño lo ocasionan exclusivamente las larvas, al alimentarse de las raíces de los pelillos de la caña, ocasionando el marchitamiento de las plantas en manchones o en despoblados. El daño depende también de la edad de la caña, abundancia de hospederos y el número de larvas por cepa cuando existen de 6-10 larvas por planta se considera infestación alta.

**Hábitos:** El ciclo comprende del estado de huevo, larva, pupa, adulto. Presenta una generación por año.

**Combate y dosis por hectárea:**

**Control preventivo:** Con Aldrin, Clordano, BHC en forma de polvo o emulsificaciones en agua. Se distribuye en surcos de 25-100 kg. De Aldrin, BHC al 3% en dosis de 30 gr/ha y se tapa.

Aldrin 6 lt, emulsificable al 25% en 600 lt de agua, aplicando con bomba aspersora.

Aldrin en espolvoreaciones al 5-10% y arando 75-100 kg/ha

**Control directo:** Se ara la tierra cerca de los troncos a una profundidad de 15-20 cm, con los mismos insecticidas.

**Control biológico:** Pájaros, avispas, ácaros.

## 12.2. Plagas del Follaje.

Nombre Común: **Mosca Pinta o Salivazo.**

Nombre Científico: *Aeneolamia postica*

*Prosopia simulans*

*Prosopia bicineta*

**Distribución:** Se localiza en todos los Estados de la vertiente del Golfo de México, San Luis Potosí, Querétaro, Chiapas, Tabasco, Tamaulipas, Colima, Jalisco, Nayarit y Sinaloa.

**Descripción:** Insecto picador chupador. Mide aproximadamente 8 mm de largo por 4 de ancho. La coloración del cuerpo es café oscuro, tienen bandas transversales amarillas o rojas en las alas. La ninfa secreta una sustancia mocoide con la cual se adhiere a la planta.

**Importancia y daño.** Las ninfas atacan las raíces y los adultos chupan las hojas, inyectan una toxina en el parénquima causa síntomas de clorosis, y secamiento foliar. Causa reducción del rendimiento y cuando el ataque es intenso mata las plantas de caña.

**Hábitos:** Es un ciclo incompleto que consiste en huevecillos y cinco estadios ninfales y adulto, dura de 32-42 días por generaciones. Se presenta en junio a octubre.

**Combate y dosis por hectárea:** Con Malatión al 50% emulsificable en dosis de 1 lt/ha.

Espolvoreaciones de BHC al 3% en dosis de 30 kg/ha, aplicar al tronco de la cepa.

Sevin, 1.5 kg/ha al 80% disuelto en 60 lt de agua aplicado con avión.

Malatión, 30 kg/ha, al 5% en polvo.

**Control Biológico.** Avispa Trichogrammatidae, ranas hyla.

Nombre Común: **Pulgón Amarillo.**

Nombre Científico: *Siphaflava forbes.*

**Distribución:** Este áfido es una plaga ocasional. En general, la plaga se encuentra distribuida en todas las zonas cañeras del país.

**Descripción:** Es color amarillo limón, de 2 mm de largo y cubierto de cerdas (pelos). Tienen dos hileras de tubérculos oscuros a lo largo del dorso (espalda). Este áfido presenta dos formas: invernantes, que es alada en caso de machos y la otra que es áptera en ambos sexos, de aspecto limón brillante y forma oval.

**Importancia y daño:** Insecto chupador en plantillas y socas nuevas, atacan a la nervadura central del envés de la hoja notándose manchas amarillas y en ocasiones provoca la muerte y retarda el crecimiento.

**Hábitos:** Existen alados y ápteros, el ciclo completo es de 10-14 días, cada pulgón pasa por 3 estaciones en período de 1-3 días, se registran varias generaciones por año. Sin aparearse, las hembras generan hijuelos vivos por un período de 28 días; ninfas maduras en 13 a 19 días y viven de 25 a 50 días.

**Combate y dosis por hectárea:**

Control biológico: Catarinitas en un promedio de 8000/10 ha.

Paratión  
Control químico: Metasystox 1 lt en 200 lt de agua.  
Primin Le

333 ml de Metasystox en 60 lt de agua/ha, con avión.

25 kg BHC en polvo al 3%/ha.

Primor al 50% de 100 –150 gr en 200 lt de agua/ha.

Metasystox 200 cc en 100 lt de agua bañándose él follaje, requiriendo de 800-900 lt de agua.

Nombre Común: **Chinche de encaje.**

Nombre Científico. *Leptodictya tabida* H.S

**Distribución:** Se encuentra presente en todas las zonas cañeras del país.

**Descripción:** Hemíptero, aplanado con alas semitransparentes, sus nervaduras parecen fino encaje. El adulto mide de 3.5 mm de largo por 1 de ancho.

**Importancia y daño:** Los adultos y las ninfas se pegan a las hojas de la planta succionando su savia. Se presenta manchas cloróticas que posteriormente se vuelven cafés rojizos, dando la impresión de daños graves. Ataca a las hojas mas viejas restringiendo la función de la fotosíntesis y disminuye la cantidad de sacarosa.

**Hábitos:** Comprende huevecillos emergiendo ninfas, creciendo en colonias, transformándose en adulto, no se sabe cuantas generaciones por año. Se presenta en febrero a octubre.

**Combate y dosis por hectárea:** DDT al 50% de 250 gr/100 lt de agua.  
Folidol E-605, al 46% en dosis de 100-150 cc por cada 100 lt de agua, se emplean de 300-500 lt/ha.  
Malation, 250 ml al 50% en 200 lt de agua/ha.

Nombre Común: **Falso medidor.**

Nombre Científico: *Mocis latipes* **Guenee.**

Nombre Común: **Gusano soldado**

Nombre Científico: *Pseudaletia unipuncta.*

Nombre Común: **Gusano cogollero**

Nombre Científico: *Spodoptera frugiperda.*

**Distribución:** Estos gusanos defoliadores se consideran plagas importantes en para diversos cultivos atacando principalmente a la caña de azúcar, sorgo, maíz y otros cultivos. Se presentan en todas las zonas cañeras del país. Los adultos migran hacia el norte desde América subtropical, conforme el tiempo calienta.

**Descripción:** Larvas o gusanos verde seco o café con rayas longitudinales blancas o grises. El adulto es café. La larva del cogollero es de color aceituna hasta negruzca con rayas longitudinales claras. La cabeza presenta la característica de una "V" blanca, que la diferencia. El macho adulto es gris a café y la hembra gris claro.

**Importancia y daño:** Ocasionalmente provoca pérdidas de consideración. Destruyen el follaje vorazmente dejando sólo la nervadura central. El gusano cogollero ataca el verticilio central sin llegar a la yema terminal; al desenvolverse la hoja se notan perforaciones grandes e irregulares. Ataque en manchones.

**Hábitos:** Los huevos son depositados en el envés de las hojas en grandes masas cubiertas de escamas y pelos de la mariposa. El insecto necesita cerca de un mes para completar una generación. No se sabe que ocurre períodos largos o de estivación durante cualquiera de sus estados del ciclo de vida.

**Combate y dosis por hectárea:**

Lorsban 2.0% G, 50 kg.

Lannate 2.5 lt a 1.0 lt.

Sevín 80 PH, 2 kg,

Nuvacron 60E 1 lt.

Sevimol 300, 3.5 lt.

**a.-** Contra gusanos pequeños en caña pequeña, zacatales y colchones de zacate recién chapeado en donde no hay una sombra de caña grande, se aconseja utilizar la siguiente:

Sevín 80-S 1 kg.

Adherente(especial para aspersiones de insecticidas ) 30 cc

Agua 30 lt.

**b.-** Contra gusanos grandes y en cualquier circunstancia:

Sevín 80-S 1.5 kg.

Adherente 30 cc.

Agua 30 lt.

Si la aplicación se hace con bomba de mochila debe aumentarse la cantidad de agua de 200 – 400 lt por ha.

### 12.3. Plagas del Tallo.

Nombre Común: **Barrenador de la caña de azúcar**

Nombre Científico: *Diatraea considerata* **Heinr**

*Diatraea magnifactella* **Dyar**

*Diatraea saccharalis* **Fab**

**Distribución:** *D. Saccharalis* y varias otras especies de *Diatraea* se encuentran ampliamente distribuidas en Norte y Suramérica. Ocasionalmente infestan al sorgo, pero no tanto como lo hace con la caña de azúcar y el maíz, en ese orden. Por lo tanto, se encuentran en todas las zonas cañeras del país.

**Descripción:** La hembra deposita los huevecillos sobre el envés de la hoja, colocando en masas de uno a cincuenta unidades, según la especie. Tiene forma de escama oval-elíptica, de 1.5 X 1.2 mm de diámetro mayor y transversal, respectivamente. Son de color blanco cremoso, tornándose ligeramente naranja a medida que avanza el período de incubación. Su tamaño varía de 2 a 3.5 cm. La larva denominados gusanos y al completar su desarrollo, algunas especies alcanzan de 5 a 6 cm de longitud.

**Importancia y daño:** Constituye la plaga más destructiva de los cañaverales. Los daños los ocasionan las larvas jóvenes en las hojas en el interior del tallo o en las yemas. Este daño se puede considerar directo o indirecto.

**Directo.-** Se refiere a la destrucción que causan las larvas al hacer el túnel dentro del tallo que degradan el valor comercial y reducción del rendimiento de azúcar. En la caña chicas la destrucción es total formando cogollos muertos.

**Indirecto.-** Es más perjudicial ya que se relaciona con la propagación de enfermedad que penetran por los orificios causados por el barrenador, entre las enfermedades está el muermo rojo. El período larval en el cual es perjudicial a la planta es de 20-30 días dependiendo de las temperaturas.

**Hábitos:** Pasan por 5 estadios transformándose en crisálidas, El ciclo dura de 40 –60 días. El período larvario tiene una duración de 29 a 31 días que comprende cinco estadios, durante ellos la larva causa daños muy serios, propiciando en el tallo el deterioro del material almacenando; posteriormente, se presenta un período de vida latente durante el cual el gusano se transforma en pupa o crisálida, emergiendo de ella el adulto que es una mariposa, la cupulación y oviposición ocurre dentro de las 36 hr siguientes a la emergencia. Se presenta todo el año.

#### **Combate y dosis por hectárea.**

**Prácticas culturales.-** Sembrar semilla protegida con Agallol 500 gr en 200 lt de agua se aplica con aspersores.

Agallol 500 gr en 100 lt de agua sobre un recipiente, sumergir la caña durante 5 minutos.

Quemar basura.

Se recomienda arar y discar el rastrojo para eliminar las larvas que invernaron exponiéndolas a las bajas temperaturas. Se aconseja la siembra temprana.

**Control químico.** Eldrín al 2%, 13.5 kg/ha, con 4 aplicaciones en intervalos de 2 semanas.

Dipterex, 20-30 kg/ha, al 4-6%, en polvo soluble al 18% en dosis de 300 – 350 gr por cada 100 lt de agua.

Dipterex granulado al 3.5%.

Nuvacron 60, 1.5 lt.

**Control biológico.-** Pájaros, tijerillas, hormigas y avispas.



### **XIII. ENFERMEDADES DE LA CAÑA DE AZUCAR**

Nombre Común: **Mancha de ojo.**

Nombre Científico: *Helminthosporium sacchari*. **Van Breda de Hann**

#### **Daño y distribución:**

La enfermedad es más seria en los meses de invierno, son pequeños puntos en las hojas jóvenes, son de color rojo verdoso, se forman rayas de color paja, de la infección a la punta de las hojas destruyendo la clorofila. Esta enfermedad mata el tejido y pudre el cogollo. Su importancia está en que destruye mucha área de cultivo. La importancia en lugares con condiciones de temperaturas bajas y humedad alta. Esta enfermedad aparece en los meses de Marzo Junio. Ampliamente distribuida y de considerable importancia en Hawai, Cuba y Puerto Rico. En México se presenta principalmente en los estados de: Veracruz, Nayarit, Puebla, Chiapas, Sinaloa, Michoacán, Colima, San Luis Potosí, Tabasco, Morelos y Campeche.

#### **Propagación:**

Se propaga con los vientos, rocíos fuertes y las lluvias ligeras, y la susceptibilidad de las variedades.

#### **Métodos de Control:**

El único medio de limitar la enfermedad se encuentra en el uso de variedades resistentes, auxiliado por algunas prácticas culturales. Se sugiere una mayor amplitud de surcada que proporciones suficiente aereación al cañaveral. Lográndose un sistema radicular vigoroso; ya que, bajo condiciones ecológicas adversas, el exceso de humedad fomenta el desarrollo de esta enfermedad.

Aplicar dosis de fertilizante exacta.

Nombre Común: **Mancha Amarilla o Peca amarilla.**

Nombre Científico: *Cercospora* **Kopkey, Krueger.**

**Daño y distribución:**

El hongo es favorecido por las altas temperaturas, de ahí que sea más destructivo en los meses de verano y en los climas más cálidos. La aparición de pequeñas manchas de color amarillo claro que se desarrollan a manchas más grandes del mismo color, dando a las hojas un color amarillento transparente. Importancia menor. Aparentemente inofensivo. Puede interrumpir en formas epidémica destructivas. Aparece en mes de Febrero a Septiembre. Ampliamente distribuida, pero de poca importancia.

**Propagación:**

Los conidios se desprenden con gran facilidad y a menudo son llevados a grandes distancias por el viento. Las esporas del *cercospora* necesitan agua para germinar y penetrar en sus hospedantes, el rocío abundante al parecer es suficiente para que produzca numerosas infecciones. El hongo inverna en semilla y en hojas infectadas ya maduras en forma de diminutos estromas negros.

**Métodos de control:**

Las enfermedades por *Cercospora* se controlan mediante el uso de semillas libres de enfermedades o de una edad de por lo menos 3 años, Mediante rotación de cultivos con plantas que no son afectadas por dicho género y mediante la aspersion de las plantas, con fungicidas como el benomyl, direne, clorotalonil, caldo bodelés, dodine y muchos más. Variedades resistentes.

Nombre Común: **Mancha de anillo.**

Nombre Científico: *Leptosphaeria sacchari* **Van Breda de Hann**

**Daño y distribución:**

Se observan círculos irregulares color café oscuro con un centro de color claro. Al juntarse forman grandes manchas de tejido muerto. Importancia menor. En variedades susceptibles causa serios defoliamientos. Se presenta en Febrero a Agosto. Ampliamente distribuida pero de poca importancia.

**Método de control:**

El uso de variedades resistentes.

Nombre Común: **Mosaico**

Nombre Científico: Virus del mosaico de la caña.

**Daño y distribución:**

Es la enfermedad vigorosa más importante en la caña de azúcar. Los síntomas principales son: destruyen la clorofila de las hojas en grados variables ocasionando moteados característicos en forma de zonas verdes normales con fondos cloróticos verdes más claros o amarillentos alargados y dispersos, el moteado es más visible en hojas jóvenes en la base de la lámina. Los hijuelos son de color verde amarillento y pueden ser seriamente atrofiados. Ocasionan una disminución en los rendimientos de campo de 4-8 ton/ha. Se encuentra en todas las zonas cañeras de México.

**Propagación:**

Se propaga por la siembra de estacas infestadas y también es transmitida por pulgones.

El maíz y algunos pastos son hospederos del mosaico.

Se propaga a mediados de verano en cañaverales nuevos.



**Método de control:**

Se recomienda los siguientes tratamientos termoterapéuticos.

- Tratamiento con agua caliente a una temperatura de 50° C durante 8 hr.
- Tratamiento con aire caliente a una temperatura de 58° C durante 8 hr.
- Sembrar semilla sana y esterilizar los implementos con acetato fenilmercúrio en solución al 5%.

Nombre Común: **Muermo rojo.**

Nombre Científico: *Physalospora tucumanensis*.

**Daño y distribución:**

Produce la muerte del tallo y reduce el contenido de sacarosa. Los síntomas más principales son: coloración roja en tejidos internos del tallo con aspecto blanco, afecta las yemas y por consiguiente la germinación, lesiona la nervadura central de la hoja y los tallos pueden momificarse. Tiene mucha importancia económica pues produce una escasa población en los cañaverales afectados.

Se presenta principalmente en los estados de: Veracruz, Nayarit, Puebla, Chiapas, Sinaloa, Michoacán, Colima, Morelos. S. L . P. Y Oaxaca.

**Propagación:**

Se propaga por el viento y la lluvia.

**Método de control:**

Se recomienda variedades resistentes y tolerantes.

Variedades resistentes: Mex 53-142, Mex 54-110, Mex 54-111, Mex 55-250.

Variedades tolerantes: Mex 7-311, Mex 58-418, Mex 58- 424, Mex 59-428.

Nombre Común: **Carbón**

Nombre Científico: *Ustilago scitaminea* Syd.

**Daño y distribución:**

Las plantas atacadas tienen un órgano gris oscuro o negro semejante al látigo carbonoso, que emerge del centro del conjunto foliar. Tallos delgados con hojas cortas y rígidas. Brotes de yemas laterales produciendo látigos. Brotes distorsionados y yema múltiple. Cepas zacatosas. No todos los tallos de una cepa o lote son atacados simultáneamente.

Se presenta en todas las zonas cañeras del país.

**Propagación:**

Se propaga cuando se rompe la cubierta membranosa del látigo, se liberan las esporas; una parte es transportada por los vientos y otra cae al suelo cerca del tronco de las cepas, donde infecta a los brotes nuevos o retoños. Esta al hacer sobre las hojas son arrastradas por el agua de rocío, hacia debajo de la vaina hasta la yema, por donde penetra el micelio del hongo, siendo esta la forma más común y efectiva.

**Método de control:**

- Desinfección de caña-semilla sumergida por 2 horas en una solución con 4 a 5 gr de Bayleton 25%/lt de agua.
- Establecer una rotación de cultivos.
- Establecer semillero con variedades resistentes procurando hacer inspecciones bimestrales.

Inspección de los campos para detectar los focos de infección para sacar y quemar los látigos o chicotes.

Nombre Común: **Raya roja.**

Nombre Científico: *Xanthomonas rubrilineans* (Lee et al.) Stapp.

**Daño y distribución:**

Esta bacteria es capaz de atacar las partes que constituyen la planta. Forma rayas rojas longitudinales principalmente en hojas del cogollo de tallos jóvenes. Cuando el ataque es severo los cogollos despiden un olor pútrido o fermentado. Cuando el ataque es severo el desarrollo es raquíptico y en ocasiones la cepa se pierde. Se presenta De Mayo a Julio. Es ampliamente distribuida; sólo de importancia local.

**Propagación:**

Las bacterias son dispersadas por el aire o por el agua de lluvia permaneciendo algunas en el cogollo en crecimiento, las que se supone inician la infección del tallo.

**Método de control:**

Se recomienda usar variedades resistentes a esta enfermedad.

Nombre Común: **Pokka Boeng**

Nombre Científico: *Giberella moniliformia* (Sheld)

**Daño y distribución:**

Distorsión en las hojas del cogollo y a veces la destrucción del cogollo. Deformaciones del tallo y en casos agudos la muerte del tallo. Manchas rojizas en la base de hojas. Secamiento de la copa. Es importancia menor. Se presenta en cañas jóvenes. Se presenta en todas las zonas cañeras de México. Se aparece de Marzo a Noviembre.

**Propagación:**

La infección ocurre de manera espontánea cuando las condiciones del medio son apropiadas, por lo que estas situaciones juegan importante papel en la intensidad de la enfermedad, pues la lluvia, el aire y la humedad relativa abundante, facilitan la diseminación del inoculo, favoreciendo la germinación y propagación.

**Método de control:**

El uso de variedades resistentes.

Nombre Científico: **Raya clorótica**

Nombre Científico: *Marmor quatum*, **L. Quatum**. Holmes.

**Daño y distribución .**

En las hojas aparecen rayas o fajas cloróticas de hasta 1 cm de ancho y longitud variable. Estas rayas matan al tejido permaneciendo con período margen clorótico. En el interior de los nudos se observan áreas decoloradas o rojizas, semejante a las del raquitismo de las soca. Los daños producidos por esta enfermedad se traducen en bajas de rendimiento de campo que varían del 13 a 55%, según el grado de susceptibilidad de las variedades afectadas, reduciéndose igualmente su contenido de azúcar. Importancia menor puede causar pérdidas significativas en suelos con problemas de drenaje, exceso de lluvia o riegos.

**Propagación:**

Se propaga por trozos de semillas no desinfectados.

**Método de control:**

Tratamiento térmico a la semilla a 52° C por 20 minutos. Uso de semilla sana. Variedades resistentes.



## **XIV. COSECHA Y TRANSPORTE**

### **14.1. GENERALIDADES**

La cosecha de la caña es la acumulación de todos los esfuerzos sostenidos durante 12 a 18 meses que tarda en rendir la producción; desafortunadamente en muchos casos no se le da la mayor atención al corte y transportación eficiente, con la cual se pierde unos cuantos días el trabajo de menos meses, o cuando menos se merman las utilidades que ya ha obtenido el cañero con su trabajo e inversión, al rendirse el peso de la caña y la cantidad de azúcar, que es la base del pago que se obtendrá por tonelada de caña (García, 1973).

Antes de la cosecha sé práctica generalmente a quema controlada, con el objeto de eliminar las hojas muertas y parte de las hojas verdes. Debe quemarse la plantación haciendo fuegos, la persona que quema se colocará en el sentido contrario a los vientos (SEP, 1983).

### **14.2. Cosecha**

La cosecha requiere de un denso de la temperatura ambiental y de la humedad del suelo con el fin de retardar su evolución biología e inducirla a sintetizar en sacarosa los azúcares reductores (glucosa) que ha estado utilizando para desarrollarse (Azúcar, S.A. de C.V, 1985).

La cosecha consta principalmente del corte, que deberá iniciarse una vez se hayan obtenido los resultados favorables de los análisis de maduración practicados en el laboratorio del ingenio a cada una de las muestras representativas de las cañas de diversos campos (Guanos y Fertilizantes, 1969; Ochse et al, 1982; SEP, 1983).

## 14.3. Técnicas de cosecha

### Indices de cosecha

Es necesario hacer un muestreo de campo varias veces para obtener información respecto al proceso de maduración. Estas muestras deberán comenzarse a tomar aproximadamente cuatro meses antes de la cosecha en el caso del cultivo de 12 meses y hasta 6 meses antes de la cosecha de 18 a 24 meses, las muestras se toman semanal o cada 15 días (SEP, 1983).

Azúcar, S.A. de C.V. (1985) recomienda los siguientes métodos para conocer la madurez de la caña:

**1.- Por Brix.** Generalmente en los campos, tomando un mes antes del inicio de zafra con el refractómetro de mano, con o sin corrección por temperaturas, picando con el puzón los tallos en el tercio superior, el medio y el inferior, para la extracción del jugo y la lectura refractométrica; la madurez se hace evidente cuando las lecturas tienen valores semejantes.

**2.- Por muestreo de tallos.** En el campo previo programa de muestreo y selección con refractómetro de mano para extraerla el jugo en el molino del laboratorio y determinar en el mismo el Brix, Sacarosa, Pureza, Porcentaje de Azúcares Reductores (Glucosa) y el Índice de Madurez.

**3.- Por humedad de la sección.** 8-10 del tallo y el análisis de rutina en el molino de laboratorio (Cubano).

**4.- Por el método de la Licuadora (pol – ratio).** Se utiliza en el cultivo de riego. El sazonado y la madurez por este método se incluyen dos actividades: la programación de cortes y control de los riegos. Se hacen muestreos, se cortan tallos, se pican, se deja toma representativa de 400 gr. Para llevarlos a la licuadora.

En el primer tercio de la sacarosa debe ser inferior al 10%, en el segundo tercio más o menos 10%, en el tercer tercio mayor de 10%.

#### **14.4. Métodos de cosecha**

La cosecha se efectúa manual o mecánicamente.

- **Cosecha Manual.**

La cosecha se efectúa a mano en la mayor parte de los países, se cortan con machete los tallos al nivel del suelo y quitándole el follaje y las puntas al mismo tiempo. Un trabajador puede cortar, limpiar y cargar un promedio de 1.5 a 2 toneladas de caña por día de trabajo de 8 hr. Existe ejemplo que un solo hombre puede cortar diariamente 4 o más toneladas (Ochse, et al, 1982).

- **Corte Mecánica.**

La cosechadora son maquinas que cortan a nivel del suelo, eliminan las hojas y las puntas y coloca los tallos en hileras en donde se pueden recoger para su transporte. Una de las más importantes limitaciones de la cosecha es que no corta a la misma altura cuando hay irregularidades en el campo. Para el uso de las cosechadoras en forma económica y eficiente se requiere una previa preparación de los terrenos y una capacitación del personal destinado al manejo (Ochse, *et al*, 1982).

#### **14.5. Transporte**

Los tallos cosechados se pueden transportar a la fábrica de varias maneras, de las cuales las más primitivas es acarrear la caña atada en manojos y usando bestias. Estos se pueden observar en algunos países. Pero en otros países todavía se usan la carreta tirado a bueyes aun cuando están siendo reemplazados por carros tirados con tractores y en los cuales se lleva directamente a los campos o fábricas a donde se puede transportar con ferrocarril (Ochse, *et al*, 1982).

La transportación de la caña al batey puede ser en forma directa: Del campo al ingenio, o Indirecta: del campo al cargadero. La cual se puede

efectuar por medio de Trailer, Camiones y Ferrocarril (García, 1973; IMPA, 1986).

- **Acarreo Directo al Batey.**

Generalmente se hace por medio de camiones y carretas de distinto tipo y capacidad. Los camiones varían en su capacidad de 7.50 a 9.50 toneladas de caña por viaje, con una media de 8.50 ton. El número de viaje por día de zafra varía, en promedio, de dos a cuatro. El transporte es muy importante ya que de su control depende la eficiencia y fluidez de la transportación.

- **Acarreo al Cargadero Indirecto.**

Los cargaderos son sitios donde se transborda la caña para la pesada de la caña se usan Básculas.

**Consideraciones sobre los requerimientos para la cosecha.**

- a) Cortadores locales y foráneo
- b) Equipo de alza o de corte y alza mecánica.
- c) Transportación.

## **XV. USO E INDUSTRIALIZACIÓN**

### **15.1. GENERALIDADES**

El azúcar se extrae de la caña de azúcar, que se cultiva en la zona tropical y de la remolacha cuyo cultivo se localiza en zonas templadas. Esta compuesta principalmente de carbohidratos que constituyen la fuente de calorías en la dieta humana. Aparte de su utilización como endulzante en el hogar, el azúcar se emplea también en la industria para la fabricación de materias sintéticas, colorantes y productos farmacéuticos. El azúcar refinado es una de las sustancias orgánicas más puras que se conocen. Contiene aproximadamente 99,96% del azúcar que los químicos lo llama sacarosa, y como alimento, el azúcar no necesita encomios. La especie humana ha perdurado debido a que el azúcar y varios otros nutrimentos están diseminados tan ampliamente y son tan disponibles en los alimentos que comemos.

### **15.2. Los usos de la caña**

Además de usarse para la producción de azúcar, se usa también como fruta y como forraje (partes no industrializables). La caña nos proporciona una variedad de productos a través del procesamiento de la misma y que son útiles a la humanidad tenemos los siguientes.

Levaduras	Acidos	Vitaminas
Celulosa	Aislantes	Gomas
Papel tipo Kraft	Alimentos para ganado	Plásticos
Forfural	Mieles finales	Productos farmacéuticos
Alcoholes	Fermentos	Nylon
Tablas duras	Glicerina	Resinas
Abonos	Explosivos	Seda artificial
Celotex	Forrajes	Disolventes
Combustible	Hielo seco	Medicinas
Detergentes	Madera artificial	Perfumes

(Spencer, 1974; Azúcar, S.A. de C.V., 1985; Corrales, 1994).

### **15.3. Industrialización**

La secretaría de educación pública, en su publicación “Manual para la Educación Agropecuaria, Elaboración de Productos Agrícolas”, y proceso de obtención del azúcar.

**Para extraer la sacarosa se efectúan las operaciones siguientes:**

- a).- Operaciones preliminares
- b).- Extracción.
- c).- Difusión.
- d).- Clarificación, purificación.
- e).- Evaporación.
- f).- Cristalización.
- g).- Centrifugación.

#### **a).- Operaciones preliminares.**

Durante la zafra se eliminan las partes superiores de los tallos que contienen poca sacarosa, ceras y resinas. Si las resinas están presentes en el jugo crudo, causan problemas durante la purificación del guarapo.

Los tallos cortados y separados de sus hojas con transportadores rápidamente al ingenio. Estos deben procesarse en el transcurso de las siguientes 24 horas. Además, se elimina el lodo, las hojas y demás impurezas, con chorros fuertes de agua caliente.

#### **b).- Extracción.**

El primer paso en el proceso fabril del azúcar de caña es la extracción del jugo (“guarapo”) mediante la compresión de la caña entre cilindros de gran tamaño llamados “mazas”. Antes de esta extracción se prepara a la caña para

la molienda, haciendo pasar bajo cuchillas giratorias que cortan los tallos y los convierte en astillas, entre mazas de rayado grueso que quiebran la caña y exprimen gran parte del jugo por desfibradores en forma de molinos, que desfibran la caña sin exprimir jugo. Para ayuda a la extracción del jugo, se rocía la torta de bagazo, al salir de cada unidad moledora, con chorros de agua o de jugo pobre en azúcar; esto ayuda a la extracción de azúcar por lixiviación. Este proceso llamado “imbibición” se logra extraer en forma de jugo, más del 95% del azúcar que contiene la caña; este porcentaje se llama la extracción de sacarosa.

El bagazo final que sale del último molino contiene el azúcar no extraído, la fibra leñosa, y de 40 a 50% de agua. La extracción mixta se lleva a cabo introduciendo los tallos en un desmenuzador conectado a cuchillas giratorias que cortan el bagazo a la longitud óptima para la difusión. De aquí se extrae el 60% del jugo. Con la trituración quedan intactas 10 a 15% de las células. De estas, la sacarosa se extrae por difusión.

### **c).- Difusión.**

Después de la trituración, se introduce los bagazos en un difusor continuo horizontal, muy parecido al extractor por disolventes. Se emplean el agua como disolvente a una solución de agua con sacarosa a 75°C. Esta temperatura es la óptima para bloquear la acción de las bacterias y enzimas y para favorecer la difusión de la sacarosa por rodillos.

El agua dulce que se extrae del difusor se purifica, calienta, mezcla y rocía al final, sobre la capa del bagazo. El agua que atraviesa repetidas veces la capa se enriquece en sacarosa. En el difusor se mantiene la temperatura de la solución a 75° C, pasándola a través de un calentador antes de rociarla sobre el bagazo. El jugo que sale del difusor se mezcla con el contenido durante la trituración previa para lograr un rendimiento de 98% de sacarosa.

En difusor se efectúa una combinación de la difusión o sea, el transporte de la sacarosa a través de la pared celular y la lixiviación o sustitución del jugo de la célula quebrantada por la solución con la cual es rociada.

#### **d).- Clarificación purificación.**

El jugo que se exprime los molinos es ácido y turbio y de color verde oscuro. Consiste básicamente en la clarificación o defecación para eliminar tanto las impurezas solubles como las insolubles, es universal el uso de la cal y el calor como agente clarificadores. La lechada de cal, preparada con aproximadamente una libra (450 g) de CaO por tonelada de caña, neutraliza la acidez natural del jugo. El jugo clarificado, de color café oscuro, retorna a los evaporadores sin sufrir tratamiento adicional.

#### **e).-Evaporación.**

El jugo clarificado, que posee casi la misma composición que el jugo crudo extraído contiene aproximadamente 85% de agua. Las dos terceras partes de esta agua se evapora en evaporadores de múltiples efectos al vacío, que consisten una sucesión (cuatro) de celdas de ebullición al vacío llamado cuerpos. Así, los vapores producidos en un cuerpo podrán calentar a ebullición el jugo que contenga el siguiente. El vapor que sale del último cuerpo va a un condensador. El jarabe llamado melaza sale continuamente del último cuerpo, con un contenido aproximado de 65% de sólidos y 35% de agua. El jugo claro o melado se concentra en los evaporadores de baja presión, luego al vacío parcial y ha temperaturas sucesivas de 108°, 100°, 80° y 55° C; el agua es eliminada en forma de vapor, quedando el jarabe.

#### **f).- Cristalización.**

El jarabe se transforma en una masa pastosa, que contiene cristales de azúcar y un líquido más o menos espeso y viscoso, llamado “agua madre”, en calderas de cochura con baja presión y a 55° . La cristalización se lleva a cabo en recipientes al vacío, el simple efecto, en los cuales se concentra la melaza hasta quedar saturado de azúcar. Al llegar a este punto, se introducen “cristales de siembra” para que sirvan de núcleos a los cristales, de azúcar, y se va añadiendo más melaza a medida que se evapora el agua. Los cristales



originales, que fueron formados por la destreza del operador del cristalizador, o por control mediante instrumentos, “crecen”, sin que se formen cristales adicionales, a medida que en ellos se va depositando azúcar procedente de la masa en ebullición. La mezcla de cristales y melaza queda concentrada hasta formar una masa densa, “masa cosida”, y la templa o contenido del tanque se descarga a través de una válvula inferior hacia un mezclador o cristalizador.

**g).- Centrifugado.**

El centrifugado o purga es básicamente la separación de los cristales de azúcar en la meladura. Los cristales de azúcar y las espumas pasan a una centrifugada con sulficalado, para separar el jarabe del azúcar blanco. El forro perforado retiene los cristales de azúcar, que pueden ser lavados con agua si se desea. Las aguas madre o “melaza” pasan a través del forro, impulsadas por la fuerza centrífuga que sobre ellas se ejerce.

Las instalaciones modernas exclusivamente del tipo de alta velocidad (o alta gravedad) con control automático total o parcial de todo el ciclo de purga.

**h).- Refinación.**

La refinación del azúcar cruda de caña tiene por objeto la obtención de azúcar blanca casi 100% pura, con mejor presentación. Esta se utiliza en la industria alimentaria para preparar jugos, néctares y mermeladas.

## **15.4. Subproducto**

**Melaza.**

La melaza está constituido principalmente por aguas, sacarosa, dextrosa, lebulosa, otros hidratos de carbono, ceras proteínas y algunas vitaminas. La melaza es el subproducto (o producto final) de la fabricación o de la refinación del azúcar crudo. Se dice que es incomedible porque no se usa para consumo

humano. La melaza se utiliza para la alimentación animal, mezclada con otros alimentos, y para la producción de alcohol etílico, bebidas, aguardiente, vinagres, etc. (Spencer, 1967).

### **Bagazo.**

El bagazo que sale de los molinos o de la difusa está constituido de 48.7% de fibra, 49% de humedad y 2.3 % de sólidos solubles. Aproximadamente la cuarta parte del bagazo de toda la caña que se produce en el mundo, sirve como combustible para la generación del vapor en los mismos ingenieros azucareros.

### **El fertilizante Cálxico.**

El precipitado que se separa durante el proceso de carbonatación y clarificación con Cal. Constituye un excelente y económico fertilizante cálcico.

## **15.5. Clases de azúcar**

**Estándar.-** Azúcar granulada, moreno o blanca refinada, sale de los ingenios azucareros o de las plantas de refinación, refinada para consumo humano.

**Glass .** – Azúcar en polvo se obtiene molienda el azúcar granulada en molinos de martillos. Para evitar el aterronamiento; se añade 3% de almidón de maíz.

**Liquida.-** Tiene una extensa aplicación en la industria alimentaria para la preparación de bebidas. Además, no presenta problemas de disolución. El azúcar es estado liquido no se transporta a grandes distancias y son para usos industriales.

**Blandos.**- Los azúcares blandos se clasifican de acuerdo con el color, en amarillos y, Pardos tienen una estructura esponjosa y un aspecto cristalino.

**Los cubitos o tabletas.**- Se fabrican mezclando el azúcar granulado con jarabe de azúcar denso y blanco. Se forma una masa húmeda que se comprime en cubos o tabletas y se secan en bandas transportadoras con aire caliente.

## **15.6. Almacenamiento**

Tanto el azúcar crudo como el azúcar refinado de caña se transportan y se almacenan al granel.

Si la humedad del local es demasiado baja durante el almacenamiento, el azúcar se atterra y se endurece. Es importante mantener una humedad relativa alrededor de 65% para evitar gastos adicionales.

El azúcar empacado en costales de yute o papel, sufre los deterioros antes mencionado aun en mayor grado para evitar estos deterioros, se debe envasar en bolsas de plásticos impermeables a la humedad, o acondicionar el aire que rodea las pilas de los costales.

Azúcares blandos, suaves, coloreados en pardo y amarillo, que contienen 2 a 5% de humedad no pueden almacenarse en edificios con calefacción, si no en un ambiente fresco y relativamente húmedo para no pierda su humedad y se endurezcan.

## **XVI. OTRAS FUENTES VEGETALES DE AZUCAR**

### **16.1. GENERALIDADES**

Otras fuentes que sirven para la obtención de sacarosa o azúcar comercial son: sorgo dulces, arce, palma, miel de abeja, maíz y remolacha.

#### **a).- Sorgo dulces (*Sorghum vulgare L.*).**

Se ha venido introduciendo en los Estados Unidos como una posible cosecha potencial de azúcar. Fue cosechado primeramente para la producción de jarabe (7, 570, 660 lt anuales), y para forraje. Los intentos iniciales para el uso de sorgo dulces como fuentes de azúcar son obtenidos por un bajo rendimiento y por problemas en el procesamiento para la obtención del azúcar. El fin de aprovechamiento del sorgo es: para la producción de azúcar en áreas que son favorables a la caña y remolacha azucarera (Enciclopedia of Science and Technology 1960-1970).

Aproximadamente 34 ton. De sorgo aportan 22 ton de caña utilizable después de haber eliminado las hojas y las puntas. Este material puede producir de 400 a 560 lt de miel (Ochse et al, 1982).

#### **b).- Azúcar de arce.**

Hay cerca de 12 especies de Arce en Norteamérica, pero *Arce saccharinum* es la mayor fuente de azúcar. Los árboles se perforan antes de la floración para obtener la savia. Los árboles varían grandemente en el rendimiento de savia de la cual se extrae el azúcar con un promedio de rendimiento por árbol de 0.907 kg. La producción anual en los Estados Unidos es cerca de 5, 299, 462 lt de jarabe, el cual, en términos de azúcar. Es casi de 4, 989.49 ton, la savia de Arce es casi del 100% de sacarosa.

**c).- Azúcar de palma (*Phoenix dactylena*).**

El azúcar se obtiene de la savia de varias especies de palma en diversas regiones tropicales del mundo. En el este de Asia y Malasia la producción de azúcar de palma es una importante fuente para las personas. La savia es colectada por los tallos de flores masculinas y algo de la parte interna de la raíz de la palma, la savia contiene de un 10 a 16% de sacarosa.

**d).- Azúcar de miel de abeja (*Apis mellifera*).**

El azúcar de néctar contiene sacarosa. El tratamiento de este azúcar da como resultado azúcar comercial. En los Estados Unidos los apicultores obtienen anualmente 113, 379. 5 ton.

**e).- Azúcar y jarabe de maíz (*Zea mays*).**

Estos productos se obtienen de los granos de maíz, su composición química varía de un 60 a 70% de almidón y azúcares. El azúcar del maíz es conocido como Dextrosa en forma granulada, el monto es de 500, 000 toneladas anuales en los Estados Unidos.

**f).- Remolacha azucarera o azúcar de betabel (*Beta vulgaris L.*).**

Esta planta se utiliza como fuente de azúcar en regiones de clima templado, actualmente se obtiene el 40% de la producción de azúcar de betabel y el 60% de la caña de azúcar en el mundo. Es la principal fuente de abastecimiento de azúcar en Europa Central. La producción de Azúcar de remolacha en los Estados Unidos varía de 20,000,000 a 25,000,000 toneladas producidas en 404,690 ha. A 566,566 ha. Producidas en 22 estados. La producción por hectárea es aproximadamente 39.5 a 44.5 ton/ha con un rendimiento aproximado de 2.267 ton de azúcar/ha. (Enciclopedia de Tecnología Química, 1961-1966; Encyclopedia of Science and Technology, 1960-1971).

## **BIBLIOGRAFIA**

- Agricultura de las Américas. 1982. Enfermedades de la caña de azúcar. (Revista anual). Intertec Publishing. Copr. Overland pok Kansas, EUA. Año 30, No. 6 Méx. pp 10, 18, 37.
- Agro-Síntesis. 1984. Cultivos tropicales: Azúcar, Producción record. (Revista Mensual). Ed. Año dos mil 5:11. p 52
- Aguirre, I.F. 1987. Monografía sobre el cultivo de la caña de azúcar y sus principales variedades. Tesis profesional. UAAAN. pp.
- Alexupoulus, C.J. 1977. Introducción a la micología. Ed. Universitaria. Buenos Aires Argentina 615 p.
- Alvarado, M.O. 1958. La hibridación, las plantulas y las cañas de azúcar en Rosario Izapa Chiapas. UACH. pp. 6-9
- Azúcar, S.A. de C.V. 1986. Sumario # 5. Programa de divulgación, información Técnica y científica. pp. 37-40.
- Ciencia y Técnica en la Agricultura. 1980. Caña de Azúcar. Publicado por: Area de la Agricultura Cañero, Ministerio de la Agricultura. Depto. De Adquisición y Distribución, CIDA. La Habana Cuba. V:2. No. 9.
- Benvenuti, G.J.A. 1981. Pruebas de adaptación y rendimiento de 14 variedades de caña de azúcar para el área de influencia del ingenio "Hermenegildo Galeana" de Tenocique, Tabasco, Tesis Profesional. UAAAN. pp. 1, 7, 8, 9-12.

- Cabrera, A.F. 1944. Monografía del Estado de Morelos relacionada con el cultivo de la caña de azúcar en el Distrito zacatepec. Tesis Profesional. UACH. pp. 53, 54, 85.
- CNIA-IMPA. 1975. Veinticinco años de investigación cañera en México. Serie de divulgación técnica. (Comisión Nacional de la Industria Azucarera-Instituto para el Mejoramiento de la Producción Azucarera. Imprenta Venecia, S.A. México, D.F. Libro No. 8, Capítulo IV Plagas y Enfermedades, pp. 75-105).
- CNIA-IMPA. 1976. Fisiología de la caña de azúcar. pp. 3.28.
- Córdoba, B.O. 1972. Cultivos Industriales. UAAAN. pp 58.
- Delgado, M.J. 1960. Importancia Comercial de la enfermedad del raquitismo de las socas en la caña de azúcar. Tesis Profesional. UACH. p 28.
- Domínguez, V.M.A. 1985. Monografía. Producción e Industrialización de la caña de azúcar. UAAAN. pp. 70-101.
- Durón, P.R. 1967. El Cultivo de *Saccharum officinarum* en Cuotolapan, Ver. Tesis Profesional. UAAAN. pp. 25-27, 32, 33.
- Enciclopedia de Tecnología Química 1961-1966. Azúcar, fabricación (Unión tipográfica Ed: Hispano-América. Trad./Inglés español. Impreso en México, D.F. Tomo 2, pp. 857-257.
- Encyclopedia of Science and Technology 1960- 1971. Sugar Crops Mc Graw-Hill. Book Cimpany, Mex. Ed: Advisory Boards. 13: 247-257.

- F.A.O. 1980. Anuario de producción. Preparado en la dirección de Estadística. Depto. De Política Económica y Social. Depto. De Datos Básicos. Dirección Estadística. F.A.O. Roma, Italia. 34: 167-168.
- F.A.O. 1980. Estudio F.A.O. Riego y Drenaje. Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Dirección de fomento de tierra y aguas. O.N.U. para la agricultura y la alimentación. Roma, Italia. 33:6-10; 151-154.
- García, E.A. 1973. Manual de campo en caña de azúcar. CNIA (Comisión Nacional de la Industria Azucarera). IMPA (Instituto para el Mejoramiento de la producción Azucarera). Mex. Imprenta Venecia, S.A. Divulgación Técnica del IMPA. pp. 13, 14, 23; 40-45; 64; 67-72.
- García, E.A. *et al.* 1983. Curso sobre plagas y enfermedades de la caña de azúcar. IMPA.- México.
- González, R.L.L. 1961. Comparación de rendimientos de variedades de caña de azúcar en el ingenio "San Martín". Cocutla, Gro. Tesis Profesional. UAAAN. pp. 2-5.
- Guanos y Fertilizantes de México, S.A. 1969. Fertilización de la caña de azúcar. Método de cultivo. Publicación Trimestral (Boletín) No. 60, Año XIV. pp. 3, 4; 6-8; 17-18; 22-26.
- Humbert, R.P. 1974. El cultivo de la caña de azúcar. Trad/Ingles. México. 1ª. Edición. Ed. Continental, S.A. pp. 30, 51, 333, 409, 410, 495, 497-501.



----- . 1983, Agricultura de las Américas. Caña de Azúcar. Control de la maduración para el programa de la zafra. (Revista mensual). Intertec Publishing Corp Overland Park Kansas. EUA. Año 32, No. 7.

----- . 1984, Agricultura de las Américas. Caña de azúcar, Método de riego. Año 33, No. 3. pp. 16-18.

----- . 1984, Agricultura de las Américas. Variedades de caña. Año 33, No. 5. pp. 14, 22.

IICA. 1989. Compendio de Agricultura Tropical. Ministerio de Asuntos Extranjeros de Francia. Instituto Interamericana de Cooperación para la Agricultura. Edición IICA. 2: San José Costa Rica. pp. 517-537.

IMPA. 1975. Veinticinco años de investigación cañera en México. Depto. De Publicación del IMPA (Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar). pp. 43, 44, 187, 233.

IMPA. 1987. Recomendaciones a los productores del ingenio Alvaro Obregón, para la siembra, cultivo y cosecha de la caña de azúcar en el Estado de Q. Roo. pp. 5, 6, 9, 10, 11.

IMPA. 1989. La roya *puccinia melanocephala* de la caña de azúcar en México. Depto. De publicación del IMPA. pp. 2-5, 7-10, 13, 15, 18-23.

Landaverde A. 1941. Diez cultivos tropicales. Ediciones Agrícolas Trucco. p. 91, 92, 97, 99, 100.

León G. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. Segunda Edición revisada y aumentada. IICA. p. 133-137.

- Manual Azucarero Mexicano. 1978. Manual S.A. Diagrama FAIRBANKS  
-MORSE Para la fabricación de azúcar. Editado por la Cía Editorial del Manual Azucarero S.A. México, D.F. Cooperación de la Unión Nacional de Productores de Azúcar, S.A. de los productores nacionales y del personal de los ingenios. Ed. Libros de México, S.A. Vigésima primera Edición. México 1, D.F. p. 443.
- Márquez, C.A. 1969, Determinación de la toma de muestras para el sexado en la inflorescencia de la caña de azúcar. Tesis profesional. UAAAN. pp. 3, 7-11.
- Martínez E. 1977. Agro-información. Facultad de Agronomía. Instituto de Investigaciones Agronómicas. Impreso en Editorial Maracaibo, S.R.L. Venezuela. (Revista mensual) 2:11, pp. 42-44; 2:12, p. 48; 3:1, p. 4.
- Monsivais, S.A. 1946. Caña de azúcar. Tesis profesional. UAAAN. pp. 14-17, 19, 20.
- Mills, S.D.W. 1922. Nociones de Agricultura Tropical para las Escuelas Rurales. Editorial de José Padin. p. 156, 156.
- Navarro, S.J. 1966. Guanos y Fertilizantes de México, S.A. (Boletín). Fertilización de la caña de azúcar. Publicación Trimestral, Editada por departamento agronómico. No. 49, Año XI pp. 3-8
- Ochse, J.J. y colaboradores. 1982. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Ed. Limusa, S.A. Quinta Reimpresión. 2: pp. 1289-1343.
- Quiñones, H.A. 1979. Estudio del cultivo de la caña de azúcar. Tesis profesional. UAAAN. pp. 9-16, 20.

- Reynoso, G.M. 1964. Principales plagas de la caña de azúcar en el estado de Morelos. Tesis profesional UACH. pp. 25, 35, 55-60, 63-66, 69, 70, 71-81.
- Riess, H.C. Ma. Y S.F. Cáceres. 1976. Catálogo de plagas y enfermedades de la caña de azúcar en México. Comisión Nacional de la Industria Azucarera (CNIA). pp. 7, 79, 82, 91, 96, 105.
- Sánchez, N.F. 1972. Materia prima caña de azúcar. Impreso en talleres Larios e Hijos. Impresores, S.A. 1ª. Ed. México. Librería porrua Hnos. y Cía, S.A. pp. 3, 4, 9-14, 15-17, 19, 37, 79, 80, 140-142. 467.
- SARH-DGSV. 1984. Manual de plaguicidas. Autorizados para 1984. México, D.F. Dirección General de Sanidad Vegetal. pp. 131, 194-196.
- SEP. 1983. Cultivos de plantación. Dirección General de Educación Tecnológica y Agropecuaria. Ed. Trillas, S.A. Impreso en México, D.F. pp. 63-80.
- Spencer-Meade, P. George. 1967. Manual de azúcar de caña. Impreso en España. Montaner y Simpson, S.A. Ed. Aragon pp. 3, 4, 26, 43-46.
- UAAAN. 1985. La sucroquímica. Div. De Agronomía. Depto. De Fitomejoramiento. Apuntes de Cultivos Industriales. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Ulloa M. 1978. Atlas de Micología Básica. Primera Edición. Editorial Pax.Méx, Librería Carlos Césarmar, S.A. Méx. D.F. pp. XV-XXVI.

UNPASA. 1985. Que es UNPASA. Boletín autorizado por la unión Nacional de los productores de azúcar. S.A., C.V. Producción de Teresa, S.A. México, D.F. pp. 2-4.

Vielma, G.R. 1982. Monografía sobre el cultivo de la caña de azúcar. Tesis profesional. UAAAN. pp. 20, 23, 44.

