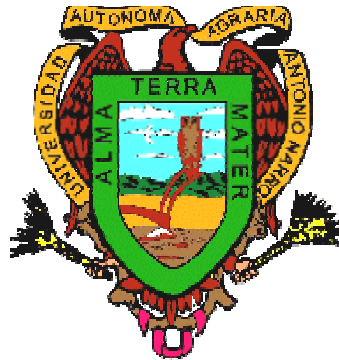


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
" ANTONIO NARRO "**

**DIVISION DE AGRONOMIA**



La importancia del Cultivo de la Caña de Azúcar  
(*Saccharum officinarum L*) en el Ingenio Pujiltic, Chiapas.

Por:

ORBELIN JIMENEZ PEREZ

**MONOGRAFIA**

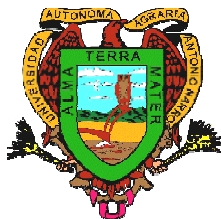
Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:

Ingeniero en Agrobiología

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio de 2003

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**



**DIVISION DE AGRONOMIA**

**DEPARTAMENTO DE BOTANICA**

La Importancia del Cultivo de la Caña de Azúcar  
(*Saccharum officinarum* L) en el Ingenio Pujilic, Chiapas.

POR:

ORBELIN JIMENEZ PEREZ

**MONOGRAFIA**

Que somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito  
parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGIA**

APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL JURADO

---

ING. JOSE ANGEL DE LA CRUZ BRETON

---

M.C. ANTONIO RODRIGUEZ RGUEZ.,  
SINODAL

---

BIOL. SERGIO A. PEREZ MATA,  
SINODAL

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMIA

---

M.C. ARNOLDO OYERBIDES GARCIA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO, JUNIO DE 2003

## DEDICATORIAS

A mis Padres:

**Santiago Fco. Jiménez Espinosa**  
**Zoila Pérez Nucamendi**

Quines me dan cariño, apoyo, comprensión y me guiaron por el camino correcto del bien en todos los momentos de mi vida y por sus invaliables fatiga, desvelos y sacrificios para cuidar mi formación, con mucho cariño, a quines debo lo que soy. Los amo con todo mi amor.

A mis Hermanos:

**Glusteín, Juan, Javier, Julieta,**  
**Ma. Dalia.**

Que de una u otra manera han contribuido en la culminación de mi carrera y una de mis metas más deseada y siempre serán el motivo de mi orgullo. LOS QUIERO MUCHO.

A mi novia:

**Chepy**

Por todo ese amor, confianza y comprensión que me demuestras, porque contigo comparto mis horas de felicidad y de tristeza, por ser el amor más grande y bello que puede existir. Como agradecerte lo que has hecho por mi. Te amo "Chaparrita".

A mis cuñados (a):

Por todo ese cariño de amistad y apoyo que me han brindado durante mis estudios.

A todos mis sobrinos:

Por todo el cariño que me tienen y esperando que sea un buen ejemplo para todos -- ellos.

A mis tíos:

**Olegario, Jorge, Zaira Sánchez y Agustina Jiménez.**

Por todo ese cariño, apoyo y fé que han brindado en mí, en los momentos de mis estudios.

**A mi "Alma Terra Mater":**

Por brindarme todo su calor dentro de sus aulas durante todo el tiempo que estuve dentro de ellas.

Por permitirme terminar satisfactoriamente con mi carrera profesional.

Que Dios la conserve.

A mis amigos:

**Francisco "trino", Martín, Juan Carlos, Froilan, Fernando May, Francisco José, Saúl, Jaime, Julio, Remigio, Iber, Jorge.**

Por todos los días felices, tristeza que convivimos dentro y fuera del aula, a veces discutiendo pero siempre juntos en lo bueno y malo, unidos para salir adelante.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios: A quien debo todo en la vida, por cuidarme, guiarme por el buen camino durante mis estudios y darme siempre lo mejor de esta vida y Fé para salir adelante y realizar una más de mis metas.

Al Ing. José Ángel de la Cruz Bretón: Asesor del presente trabajo, mil gracias por las horas que se pasó ayudándome para terminar esta investigación, por su comprensión y paciencia, así mismo por su confianza que depositó en mi para que realizara ésta monografía.

Al M. C. Antonio Rodríguez Rodríguez: Le agradezco por su valiosa colaboración que me ofreció en la redacción, corrección del presente trabajo.

Al Biol. Sergio A. Pérez Mata: Por su comprensión y valiosa amistad que me demostró durante mi carrera profesional y ayuda incondicional en la elaboración de ésta Monografía.

Al Dr. José A. Villareal Quintanilla: Por su amistad sincera, limpia, verdadera y transparente, por sus sabios consejos de amigo durante mi carrera profesional.

Al Ing. Refugio del Campo Pérez: Por brindarme su amistad y sabios consejos, además de su apoyo en el Semestre de Prácticas Profesionales.

A la Lic. Esperanza: Por su amistad brindada y por sus sabios consejos, confianza que depositó en mí que seguiré día a día.

Al Ing. Jesús A. Orantes Ruíz: Le agradezco por brindarme su amistad, confianza, por su apoyo durante mi Viaje de Estudio en sus instalaciones, además por apoyarme en el Semestre de Prácticas Profesionales y durante mi carrera profesional.

Al Ing. Víctor Loza: Por su valiosa cooperación y sabios conocimientos durante mis Prácticas Profesionales y la realización de este trabajo.

Al Ing. David Orantes Coutiño: Por su amistad y apoyarme incondicionalmente durante mis Prácticas Profesionales.

Al Sr. Antonio Coutiño Ruíz: Por su amistad y apoyo brindada durante mis Prácticas Profesionales y la culminación de este trabajo.

A los Sres. Edgar Morales, Ubilio, Miguel: Por brindarme su apoyo en la elaboración de este trabajo.

A las Secretarias (CNC): Por su ayuda incondicional durante mi estancia de Prácticas Profesionales.

A la Familia Jiménez Pérez: Por estar siempre apoyándome en las malas y buenas durante mis estudios, por sus sabios consejos que me brindaron y que nunca me dejaron morir.

A la Familia De la Torre Mendoza: Por abrirme las puertas de su casa, por brindarme su amistad, confianza y apoyarme con sus valiosos consejos. "Gracias".

A la Familia Zúñiga Morales: Por su valiosa amistad, limpia y verdadera, por sus sabios consejos que me brindaron durante mi carrera profesional.

A la Unión Local de Productores de Caña de Azúcar del Ingenio Pujiltic: Por brindarme la oportunidad de ejercer mi Viaje de Estudio y Prácticas Profesionales.

A la Compañía "La Fe" Zucarmex, S.A. de C.V. Ingenio Pujiltic: Por brindarme su apoyo durante las Prácticas Profesionales y facilitarme material bibliográfico para la culminación de esta Monografía.

A todos los productores Cañeros del Ingenio Pujiltic: Por brindarme su apoyo para la realización de este trabajo.

A todos los trabajadores de Laboratorio de Análisis de Campo del Ingenio Pujiltic: Por su amistad brindada durante mis Prácticas Profesionales.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatorias .....	i
Agradecimientos .....	iii
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>iX</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	<b>Xi</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Objetivos .....	3
<b>II. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR</b> .....	<b>4</b>
2.1. Distribución geográfica mundial.....	6
2.1.1. Distribución nacional .....	7
2.2.1. Importancia mundial .....	9
2.2.2. Importancia Ingenio Pujiltic, Chiapas .....	10
<b>III. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA</b> .....	<b>12</b>
<b>IV. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA</b> .....	<b>13</b>
4.1. Morfología y anatomía .....	13
4.1.1. Raíz .....	13
4.1.2. Tallo .....	16
4.1.3. Hojas .....	23
4.1.4. Flor .....	24
4.1.5. Fruto .....	26
<b>V. MEJORAMIENTO GENÉTICO</b> .....	<b>27</b>
5.1. Generalidades .....	27
5.2. Hibridación .....	27
5.3. Métodos de cruzamiento .....	28
5.4. Variedades y tipos .....	28
5.5. Generalidades .....	28

5.6.	Principales variedades de caña de azúcar en el Ingenio Pujiltilic, Chiapas .....	30
<b>VI.</b>	<b>ASPECTOS FISIOLÓGICOS</b> .....	<b>31</b>
6.1.	Germinación .....	31
6.2.	Crecimiento .....	32
6.3.	Desarrollo .....	33
6.4.	Maduración .....	33
6.5.	Floración .....	34
6.5.1.	Control de la floración .....	35
<b>VII.</b>	<b>CONDICIONES ECOLÓGICAS Y EDÁFICAS</b> .....	<b>37</b>
7.1.	Condiciones ecológicas .....	37
7.2.	Descripción del área .....	37
7.2.1.	Localización .....	37
7.3.	Condiciones edáficas .....	41
7.3.1.	Suelos .....	41
7.3.2.	Salinidad .....	43
7.3.3.	pH .....	43
7.3.4.	Drenaje .....	44
7.3.5.	Factores topográficos .....	46
7.3.6.	Erosión .....	50
7.3.7.	Nivel de fertilidad .....	51
7.3.8.	Nutrientes .....	52
7.3.9.	Elementos mayores .....	53
7.3.10.	Elementos secundarios .....	55
7.3.11.	Elementos menores .....	57
<b>VIII.</b>	<b>LABORES CULTURALES</b> .....	<b>61</b>
8.1.	Generalidades .....	61
8.2.	Preparación del terreno .....	62
8.3.	Semillero .....	65
8.4.	Semilla .....	65
8.4.1.	Clases de semillas .....	66
8.5.	Sanidad de la semilla .....	66
8.6.	Labores previas a la siembra .....	67
8.7.	Siembra .....	67
8.8.	Enraizador (asset) .....	68
8.9.	Época de siembra .....	71
8.9.1.	Sistema de siembra .....	72
8.10.	Resiembra .....	73



8.11.	Labores del cultivo para socas y resocas .....	74
8.12.	Labores del cultivo para plantillas.....	75
8.13.	Fertilización .....	76
8.13.1.	Materiales orgánicos .....	77
8.14.	Época de aplicación .....	78
8.14.1.	Método de aplicación .....	79
8.15.	Riegos .....	79
8.15.1.	Intervalo de riegos .....	80
8.16.	Control de malezas .....	81
8.16.1.	Tipos de herbicidas del Ingenio Pujiltic, Chiapas.....	84
8.17.	Control de plagas y enfermedades .....	85
8.18.	Generalidades .....	85
8.19.	Principales plagas y enfermedades de la caña de azúcar en el Ingenio Pujiltic, Chiapas .....	86
8.20.	Manejo del <i>Trichogramma spp.</i> en el combate de plagas.....	89
8.21.	Generalidades .....	90
8.22.	Características del género <i>Trichogramma spp.</i> .....	90
8.23.	Hábitat .....	90
8.24.	Cómo actúa el <i>Trichogramma spp.</i> .....	91
8.25.	Ciclo biológico .....	91
8.26.	Distribución de <i>Trichogramma spp.</i> .....	91
8.27.	Recomendaciones de <i>Trichogramma spp.</i> .....	92
<b>IX.</b>	<b>COSECHA .....</b>	<b>94</b>
9.1.	Generalidades .....	94
9.2.	Índice de cosecha .....	97
9.3.	Método Pol-ratio .....	97
9.4.	Preparación del campo antes del corte .....	102
9.5.	La quema del cañaveral .....	103
9.5.1	El corte de la caña .....	103
9.6.	Métodos de cosecha .....	104
9.7.	Transportación de la caña .....	106
<b>X.</b>	<b>USO E INDUSTRIALIZACIÓN .....</b>	<b>109</b>
10.1.	Uso de la caña .....	109
10.2.	Industrialización .....	109
10.3.	Subproductos .....	114
10.4.	Tipo de azúcar en el Ingenio Pujiltic, Chiapas.....	115
10.5.	Almacenamiento .....	116

<b>XI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>117</b>
<b>XII. ANEXOS .....</b>	<b>119</b>
<b>XIII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>128</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadros	Pág.
Cuadro No. 1. Distribución mundial de productores de caña de azúcar.....	6
Cuadro No. 2. Distribución nacional de la caña de azúcar .....	7
Cuadro No. 3. Entidades de productores de caña de azúcar.....	8
Cuadro No. 4. Principales variedades de caña cultivadas en el Ingenio Pujiltilic, Chiapas.....	30
Cuadro No. 5. Clasificación y riegos para la caña de azúcar .....	39
Cuadro No. 6. Mejores suelos para la caña de azúcar en el Ingenio Pujiltilic, Chiapas.....	42
Cuadro No. 7. Tipos de herbicidas que se utiliza en el Ingenio Pujiltilic .....	84
Cuadro No. 8. Principales plagas y enfermedades de la caña de azúcar .....	87

## INDICE DE FIGUAS

Figuras	Pág.
Figura No. 1. Características morfológicas y anatómicas De la caña de azúcar.....	14
Figura No. 2. Características del sistema radicular de la Caña de azúcar .....	15
Figura No. 3. Regiones del Tallo .....	17
Figura No. 4. Diferentes tipos de yemas.....	22
Figura No. 5. Muestreo en el campo del sazonado de la caña.....	99
Figura No. 6. Análisis de barrenado, pecado y pesado de la Muestra tomada del campo.....	100
Figura No. 7. Haciendo cortes de rodajas de la sección 8-10 De la caña .....	100
Figura No. 8. Area de análisis reductores del sazonado de la Caña.....	101
Figura No. 9. Area de análisis del Brix y Pureza.....	101
Figura No. 10. Horno para determinar la humedad de la - Sección 8-10 .....	102
Figura No. 11. Corte manual .....	105
Figura No. 12. Corte y alce.....	105
Figura No. 13. Vista general del batey .....	106

## **ANEXOS**

Contenido	Pág.
Glosario de términos regionales aplicados a las labores de Campo en el cultivo de la caña de azúcar en el Ingenio - Pujiltic, Chiapas.....	119

## I. INTRODUCCIÓN

En el Valle San Francisco Pujiltilic, la molienda e industrialización de la caña de azúcar se inició en el año de 1958 a través del Ingenio Pujiltilic, el cual año con año incrementa su producción y así mismo en la actualidad teniendo 16,000 hectáreas de superficie cosechable.

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L), cabe señalar que la producción es básica para la alimentación del pueblo, resultando difícil sustituirla por algún otro producto. La actividad que representa sirve para dar ocupación a un elevado número de trabajadores, tanto en el campo como en la fábrica, así mismo, constituye uno de los principales renglones de la economía mexicana.

Con el transcurso de los años, la industria azucarera "La Fé Zucarmex", Ingenio Pujiltilic, Chiapas ha llegado a ocupar un lugar importante por el monto de los créditos que se operan, tanto por el número de personas que trabajan en la misma, que entre los empleados productores y obreros suman varios miles y en tiempo de zafra, que es un periodo de intensa actividad aumentan considerablemente, pues la recolección y transporte de la caña además de la gente local, hay una fuerte emigración de campesinos (jefes de familia y elementos libres) que se trasladan a las zonas cañeras para trabajar durante seis o siete meses para ayudarse en su economía puesto que en sus lugares de origen, donde la agricultura es de temporal, en esos meses casi no tendrían en que ocuparse, teniendo que esperar que se inicien las lluvias para así poder efectuar siembras de diversos cultivos, especialmente maíz.

El cultivo de la caña de azúcar representa una de las actividades más importantes en la economía nacional, junto con el maíz, frijol, trigo y café, está catalogado entre los cinco productos básicos alimenticios de la población humana.

En el año 2001/2002, "La Fé Zucarmex" Ingenio Pujiltilic, ocupó el segundo lugar a nivel nacional en cuanto caña molida (1,450,786.625 toneladas) y un tercer lugar a nivel nacional en cuanto azúcar producida ( 163,653.1 toneladas).

Una de las principales limitantes en la producción de este cultivo es el uso inadecuado del agua ya que casi en la actualidad de la superficie irrigada se utiliza el sistema de riego por gravedad (surcos).

Ahora más que nunca se reconoce la importancia del uso eficiente del agua y un adecuado suministro de nutrimentos, a las plantas para mantener un eficiente nivel de producción de las mismas.

Debido a su influencia en el sector agrícola, los fertilizantes juegan un papel determinante en el logro de la autosuficiencia alimentaria y en el desarrollo económico y social de nuestro país.

Actualmente en "La Fe Zucarmex", Chiapas y otros estados y países productores de caña de azúcar, este cultivo constituye unas de las principales fuentes de la economía, desde épocas españolas hasta nuestros días.

Actualmente se cultiva la caña de azúcar en casi todo el mundo,

siempre y cuando se encuentre con las condiciones climáticas adecuadas, así como la satisfacción de las necesidades del cultivo en cuanto a suelo, disponibilidad de agua.

### **1.1. Objetivos**

Proporcionar un escrito por medio del cual los estudiantes de la Universidad tengan un material de apoyo relacionada con la caña de azúcar, cuando estos lo requieran.

Recopilar todo el material posible y el más actualizado del cultivo de caña de azúcar en el Ingenio Pujiltic, Chiapas, para que sirva como consulta también a los productores e interesados en el cultivo.

Participar y contribuir en la difusión de la información científica sobre la producción e industrialización de la caña de azúcar en el Ingenio Pujiltic, procurando que sea de aplicación en las zonas cañeras de Chiapas, respectivamente.



## **II. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA CAÑA DE AZUCAR**

Las aseveraciones acerca del origen de la caña de azúcar, la más generalizada es la que señala a la India como el país donde primero apareció y lugar donde el azúcar fue producido desde épocas muy remotas, y de este país luego pasó a cultivarse a otros lugares del mundo, inicialmente a las Islas de Silicia (Rodríguez, 1987).

El sánscrito antiguo (idioma hindú), designó el azúcar con la palabra "Sacra", en griego "Saccharum", en persia "Xacar", y en árabe "Sukkar", de donde se originó la palabra azúcar (Sánchez, 1992).

Cuando Alejandro el Grande invadió la India en el año de 327 a 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, con lo cual, 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 (Navarro, et al, 1966).

Cristóbal Colón en su segundo viaje a América, llevó algunos trozos de caña de azúcar, el cultivo se extendió por primera vez en Santo Domingo y a varios países como 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 Argentina en 1620 y a los Estados Unidos de América en 1715, por las Jesuitas (Sánchez, 1992).

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 el estado de 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, Mor. Sin embargo, aún cuando el clima aquí es más benigno, no se escaseaban las heladas, por lo que alrededor de 1536, se resolvió trasladar el cultivo a Atlacomulco de hoy estado de Morelos y de este lugar a otras regiones de nuestro país (Sánchez, 1972).

El instituto para el mejoramiento de la producción de azúcar desde marzo de 1949, (fecha de su fundación), ha sido la institución responsable de los programas de investigación, experimentación y divulgación sobre el cultivo de la caña de azúcar. A través de él se han logrado magníficos resultados para mejorar los rendimientos de campo y fábrica principalmente, por la obtención de nuevas variedades de caña, adaptadas a las condiciones ecológicas de las zonas cañeras de nuestro país (Amaya, 1998).

Mencionar los logros que se han tenido en los diferentes departamentos sería laborioso, por lo que nos concretamos simplemente a mencionar que éstos han sido muchos e interesantes en las diferentes áreas de la caña de azúcar. Sobresale por su importancia los trabajos que se han realizado en fertilización, herbicidas, manejo de suelo, riego y maduración de caña, plagas y enfermedades, mecanización (Quiñónez, 1979).

## 2.1. Distribución geográfica mundial.

La mayor parte de las regiones tropicales y numerosas zonas subtropicales son aptas para el cultivo de la caña de azúcar. Actualmente, los principales productores son la India, Cuba y Brasil, siguiendo después México, China, Filipinas, Australia, África del Sur y por último, las Islas Hawai, la República Dominicana y Formosa.

Cuadro 1. Distribución Mundial de la Caña de Azúcar

Continente	Países Productores
América	Brasil, Cuba, México, Colombia, E.U.A., Argentina.
Oceanía	Australia, Fiji, FR Polinesia, Papúa N. Guir, Samoa.
Asia	India, China, Pakistán, filipinas, Indonesia, Tailandia.
Europa	Portugal, España
África	Sudáfrica, Egipto, Mauricio, Kenya, Swazilandia.

Fuente: Sánchez, 1992; FAO, 1980: SARH-DGEA, 1982)

Principales países productores de caña de azúcar en el mundo

### 2.2.1. Distribución nacional.

Los principales estados productores son Veracruz, Sinaloa, Jalisco, Oaxaca, San Luis Potosí y Tamaulipas. Con un rendimiento promedio nacional de 65.2 ton/ha, con un 7.6% mínimo de sacarosa.

Cuadro 2. Distribución nacional de la caña de azúcar.

Regiones	Estados	Localización
Noreste	Sinaloa y Nayarit	El Dorado, La Primavera, Rosales, Los Mochis, El Molino y Puga.
Occidente	Jalisco y Colima	Bellavista, Estipac, Guadalupe, José Ma. Morelos, La Purísima, Melchor Ocampo, San Fco. Ameca, Santiago, José Ma. Mtz. Tamazula y Quisería.
Balsas	Michoacán	Lázaro Cárdenas, Pedernales, San Sebastián y Santa Clara.
Centro	Puebla y Morelos	Atencingo, Calipán, Casasano, Emiliano Zapata y Oacalco.
La Huasteca	Tamaulipas, San Luis Potosí y Veracruz	El Mante, Aarón Sáenz Garza, Alianza Popular, Plan de Ayala, Ponciano Arriaga, Plan de San Luis, El Higo y Zapoapita.
Alto Veracruz	Veracruz y Oaxaca	Independencia, La Concepción, Mahuixtlán, El Carmen, El Potrero, La Providencia, San José de Abajo, San Miguelito, San Nicolás, Tres Valles, Adolfo López Mateos, El Refugio, Constanca y La Margarita.
Bajo Veracruz	Veracruz	Cuautotolapan, San Cristóbal, San Fco. El Naranjal, San Gabriel, San Pedro, El Modelo y La Gloria.
Sureste	Tabasco, Campeche y Quintana Roo	Presidente Benito Juárez, Dos Patrias, Hermenegildo Galeana, Nueva Zelandia, Santa Rosalía, La Joya y Alvaro Obregón.
Pacífico Sur	Chiapas y Oaxaca	Belisario Domínguez, Pujiltic, Presidente José López Portillo y Santo Domingo.

Fuente: Sánchez, 1992.

Se han establecido 15 regiones del territorio nacional en atención a sus condiciones geográficas, agrícolas, climáticas.

Cuadro 3. Entidades de productores de caña de azúcar.

Región	Estado	Superficie Sembrada (ha)
I	Costa de Veracruz	84,251
II	Veracruz-Centro	61,399
III	Jalisco	56,196
IV	Papoloapan-Itsmo	45,280
V	Sinaloa	43,515
VI	Tehuacan	36,263
VII	Huasteca	30,293
VIII	Soconusco	22,371
IX	Tabasco	20,947
X	Nayarit	19,367
XI	Balsas	16,585
XII	Michoacán	15,102
XIII	Colima	9,956
XIV	Campeche y Yucatán	5,921

Fuente: Amaya, 1998.

### **2.2.1 Importancia de la caña de azúcar a nivel mundial.**

En el año de 1980 se produjeron 736,123,454 toneladas métricas de caña molida, a nivel mundial (FAO, 1980).

Se menciona que en las zafras a nivel mundial se han empleado gran cantidad de mano de obra humana, y la mayor cantidad de hectáreas cultivadas fué de temporal. Debido a que cada vez es más la demanda de azúcar que lo que se produce, entonces se recurre a otros cultivos remolacha azucarera para satisfacer dicha demanda (anónimo, 1983).

La situación global del rendimiento de la cosecha azucarera en los años 90's ha sido una década de crecimiento impresionante de la producción azucarera mundial, que subió de 110.4 millones de toneladas, (valor crudo), en 1990 hasta 126.9 millones de toneladas en 1998. De este modo, la producción azucarera creció en un 15.4 por ciento respecto a la media del período entre 1989 y 1991. Esto va generalmente a la par con el crecimiento de la producción agrícola mundial de 15.8 por ciento (FAO, 2000).

Se estima que la producción mundial en 1999 superó los 133 millones de toneladas. Es de especial importancia el aumento de producción en casi todos los grandes productores, incluyendo a Australia, Brasil, China, Colombia, India, México, Pakistán, Tailandia, Turquía y Sudáfrica. El rendimiento industrial medio mundial mejoró en 12.9 por ciento, desde 55 toneladas por hectárea en 1991/92 hasta 62 toneladas por hectárea en 1998/99.

En 1999/2000 la producción mundial de azúcar fué de 134.3 millones de toneladas (valor bruto), lo que representa un aumento de más de un 2 por ciento con respecto a 1998/99, debido principalmente a una expansión del 5 por ciento de la producción en los países desarrollados. El aumento de las cosechas en la Comunidad Europea y los Estados Unidos contribuyó significativamente a éste incremento. La producción de los países desarrollados se calcula en 44.2 millones de toneladas, mientras que la de los países en desarrollo deberían aumentar ligeramente (menos del 1 por ciento) para alcanzar los 90.2 millones de toneladas.

Según la Organización Internacional del Azúcar, la producción mundial de azúcar en el período 1998/99, de 130.1 millones de toneladas y el consumo mundial en 126,681 millones de toneladas.

### **2.2.2 Importancia de la caña de azúcar en “La Fé Zucarmex” del Ingenio Pujiltic, Chiapas.**

El cultivo de la caña de azúcar es de lo más importante en La Fé Zucarmex del Ingenio Pujiltic, Chiapas, debido a que ocupa actualmente el segundo lugar a nivel nacional en cuanto a caña molida, un tercer lugar a nivel nacional en cuanto a azúcar producida y un 17 lugar respecto a toneladas de azúcar producidas por hectárea. La siembra, el cultivo y la cosecha de la caña de azúcar en la Fé Zucarmex, proporcionan ocupación y sustento actualmente a 6000 familias de cañeros, 2800 cortadores de caña, jornaleros 1,500, operadores de camiones 400, operadores de alzadoras 60, obreros 800 y empleados de oficinas 123, siendo en total 11,683 empleos que genera esta industria y puede considerarse como una industria de gran importancia socioeconómica a nivel nacional como internacional. Se encuentran asentados en la

entidad los Ingenios "Huiztla" y la Fé Zucarmex, Ingenio Pujiltic, Chiapas, cubriendo una zona de influencia que involucra a 4 municipios de los 12l que componen el estado de Chiapas.

Así como también la importancia que tiene el Ingenio Pujiltic, la de absorber 4 municipios que son: Venustiano Carranza, Villa de las Rosas, Socoltenango y Tzimol, cada municipio tiene sus colonias o ejidos que son favorecidos por este ingenio.



### III. CLASIFICACIÓN TAXONOMICA

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 (Rodríguez, 1987).

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 grandes y como existe el problema de identificarlos, 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 soleados.

#### Clasificación

Reino:	Vegetal
División:	Espermatofitas o fanerógamas
Subdivisión:	Angiosperma
Clase:	Monocotiledóneas
Orden:	Zacates o glumíferas
Familia:	Gramineae
Subfamilia:	Panicoideae
Tribu:	Andropogoneae
Subtribu:	Sacarineas
Género:	Saccharum
Especie:	officinarum

## **IV. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA**

Para estudiar la planta de la caña de azúcar, es necesario hacer la descripción de las características morfológica y anatómicas de la raíz, tallo, hojas e inflorescencias por separado, ya que todas ellas tienen características más o menos sobresalientes que se pueden utilizar para la identificación de las distintas variedades (Sánchez, 1972 y 1992; Ochse et al, 1982; Domínguez, 1985).

La caña de azúcar es una gramínea que pertenece al género *Saccharum*, generalmente se presenta en forma de matas o macollos que se propaga por partes vegetativas (en forma asexual).

### **4.1. Morfología y Anatomía**

#### **4.1.1. Raíz.**

Como en todas las gramíneas, las raíces de la caña de azúcar son fibrosas y laterales, extendiéndose en todas direcciones, la evaluación de las características generales del sistema radicular de la caña de azúcar ya han sido determinadas.

El sistema radicular de la caña de azúcar sostiene al tallo y su grado de ramificación depende del terreno. Asegura una forma adecuada de humedad y nutrientes del suelo, abasteciendo a los macollos o tallos, mediante la exploración que realiza las raíces y los pelos absorbentes en el suelo. La ramificación y producción de raíces está en función de la edad, variedad y ambiente, más que nada su principal función en caña de azúcar es suministrar alimento necesario a

la planta, y es un sostén mecánico (Benvenuti, 1981; Domínguez, 1985; Monsivais, 1946).

Fig. 1. Características morfológicas y anatómicas de la caña de azúcar.



1. Raíces. Se originan de los nudos del esqueje o trozo de tallos que se planta. En cañas desarrolladas el mayor porcentaje de raíces es superficial. Se diferencian raíces del esqueje y raíces del tallo.
2. Raíces del esqueje. Son de vida corta, delgadas, muy ramificadas y superficiales.
3. Raíces del tallo. Reemplazan a las anteriores, al principio son blancas, más carnosas y menos ramificadas, luego se tornan suberosas.
4. Tallo. Está formado por nudos y entrenudos, de longitud entre 5 y 25 cm, diámetro hasta de 6 cm. En cañas desarrolladas, la longitud total del tallo puede ser de 3 - hasta 6 m.
5. Macolla de cañas adultas. Está formada por un conjunto de tallos de diámetro, altu-

ra y edad diferentes.

6. Hojas. Se originan de los nudos. Son alternas, alargadas y formadas por la vaina y –

el limbo. Están unidas por una articulación. La vaina es tubular, envolvente, más –

ancha en su base. El limbo tiene una nervadura central prominente y los bordes li-

geramente dentados. La articulación entre la vaina y el limbo se llama collar y pose

lígula y artículas.

7. Inflorescencia. Es una panoja ramificada con muchas espiguillas dispuestas en pares

una sésil y otra pedunculada. La flor es bisexual y con un solo óvulo. La semilla es –

muy pequeña.

## SISTEMA RADICULAR

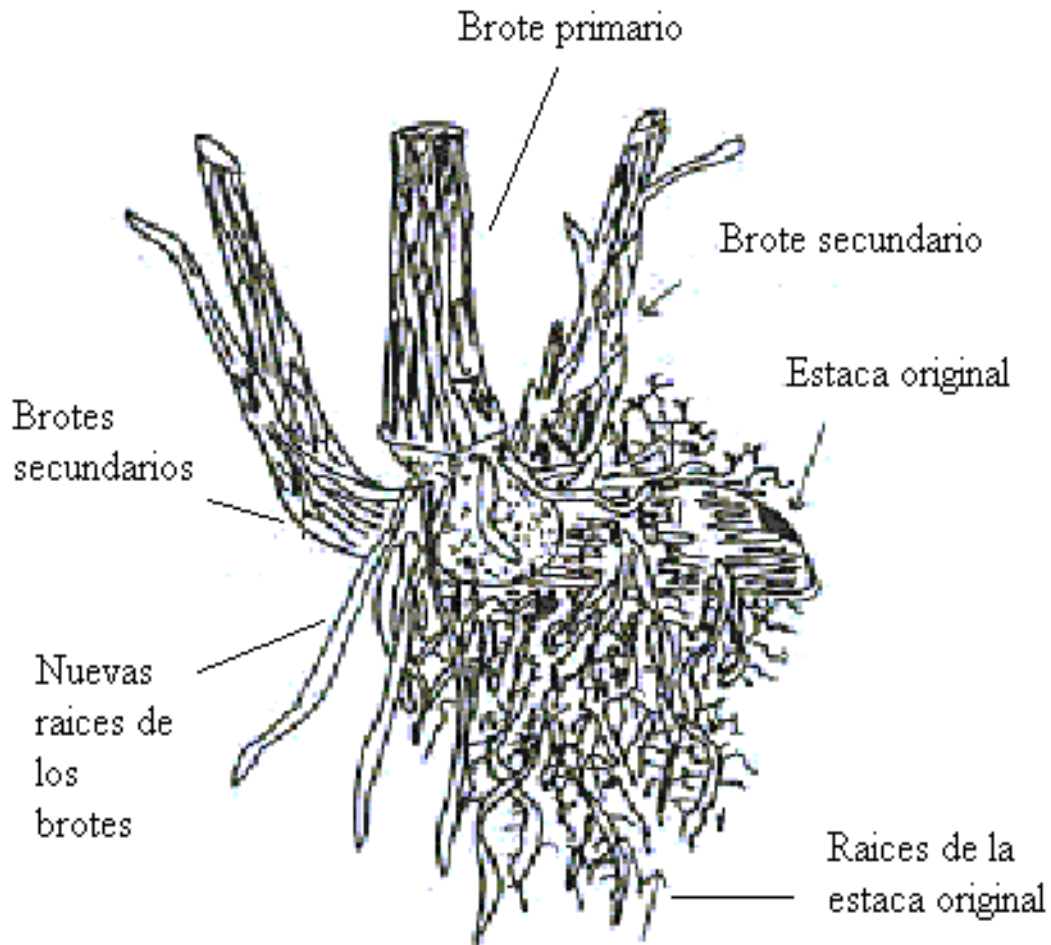


Fig. 2. Características generales del sistema radicular de la caña de azúcar.

La caña de azúcar presenta dos tipos de raíz que son como sigue:

1.- Las primordiales, primarias o de esqueje: Se originan del meristemo radicular de la banda de las raíces en los entrenudos de los tallos tomados como semillas, son delgadas, no manifiestan polaridad y sin dominancia. Funciona durante un período que termina con la germinación, desarrollo y distribución de las raíces permanentes.

2.- Las raíces permanentes, definitivas o del tallo: Son emitidas por el macollo, al principio son blancas y más cortas, gruesas, más fibrosas, con crecimiento y protegidas por la cofia que las capacita para penetrar al suelo ( Domínguez, 1985; Navarrete, 1949; Quiñónez, 1979).

#### **4.1.2. Tallo.**

Como sucede en numerosas gramíneas, la caña de azúcar forma sepas, matas o macollos, constituidos por la aglomeración de tallos 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 de los tallos subterráneos de la cepa formada (Fig. 3).

Individualmente, los tallos son erectos, de longitud variable, entre 5 y 25 cm y hasta 6 cm de diámetro; formado por porciones o unidades sucesivas de tallos llamados entrenudos o cañutos, separados unos de otros por zonas prominentes notables denominadas nudos. El número y tamaño de los cañutos es variable, encontrándose los de mayor longitud en la parte media y los menores en sus extremos. Los tallos se clasifican en cortos, medianos y largos, conforme a su longitud, correspondiendo

## REGIONES DEL TALLO

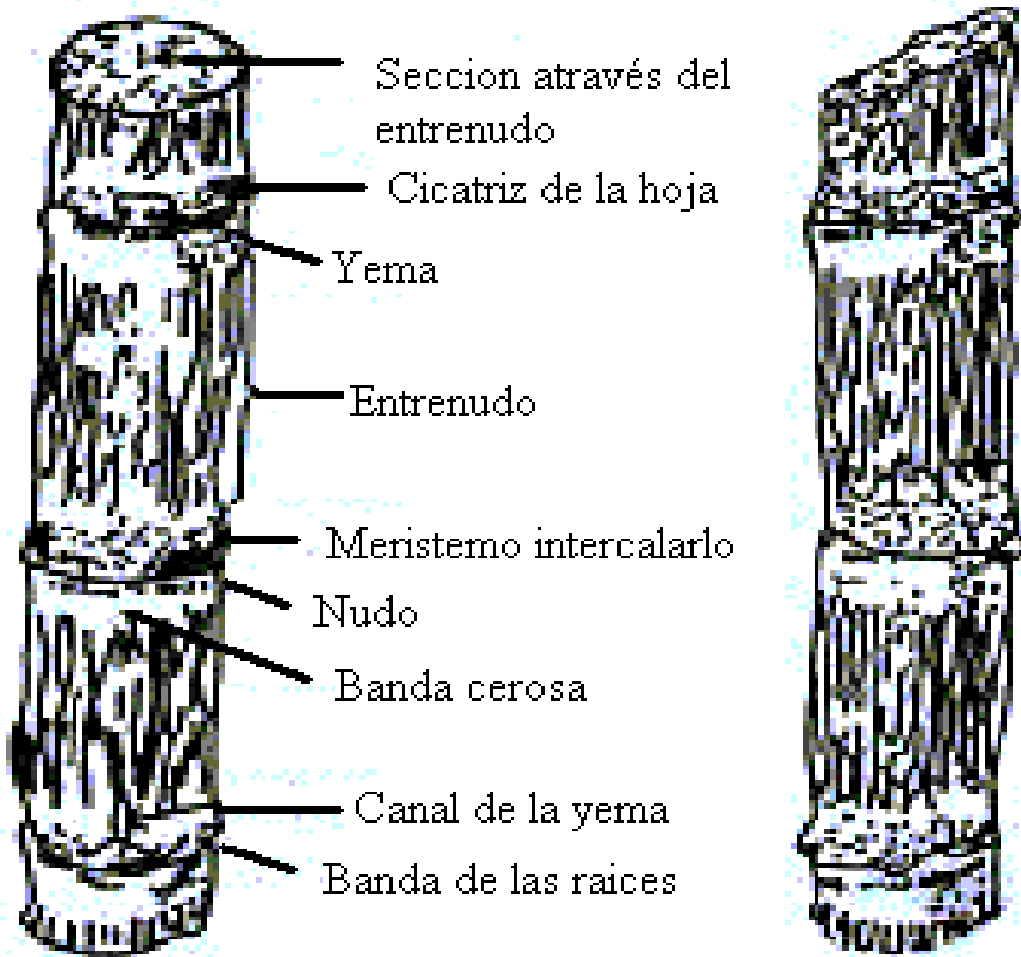


FIGURA 3. Tallo de la caña de azúcar (Según Martín)

hasta 2 metros a los primeros; entre 2 y 3 metros, a los segundos, y

más de 3 metros a los últimos. En cañas bien desarrolladas pueden alcanzar de 3 a 6 m de altura (Sánchez, 1972).

Las cañas son de forma de huso, o sea, delgadas en los extremos y gruesos en la parte media. Están limitados por dos nudos, uno en cada extremo, esta conformación tiene las siguientes ventajas:

a).- La parte basal tienen abundancia de yemas que favorecen el amacollamiento.

b).- El número de yemas que se presenta en la planta la hace valiosa.

Conforme a su hábito de crecimiento, los tallos se clasifican en:

- ✓ Erguidos: Cuando se desarrollan verticalmente.
- ✓ Reclinados: Cuando se desarrollan oblicuamente.
- ✓ Postrados: Cuando al llegar la planta a cierta edad, apoyan su tallo sobre una porción de los entrenudos inferiores.
- ✓ Rastreros: Cuando crecen más o menos tendidos en el suelo.

Conforme a su grosor, los tallos pueden clasificarse en:

- ✓ Delgados: Cuando su diámetro es menor de 3 cm.
- ✓ Medio delgado: Cuando su diámetro es de 3 cm.
- ✓ Grueso: Cuando su diámetro varía entre 4 y 5 cm.
- ✓ Muy grueso: Cuando su diámetro es mayor a los diámetros anteriores.

En la caña de azúcar, el color es característica varietal, siendo



ésta una de las más engañosas, ya que depende de la fertilidad del suelo y la exposición a la luz (Durón, 1967).

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.
- ✓ Color obscuro entero: Cuando es rojo, violeta, morado, púrpura o con matices intermedios.
- ✓ Variegados: Cuando presenta estrías o rayas longitudinales de diferentes color.

El tallo está formado por una sucesión alterna de nudos y entrenudos. Los nudos están limitados por una zona de color más claro y generalmente poseen un diámetro diferente a la del entrenudo. Están limitados por anillo de crecimiento y la cicatriz foliar. En el nudo se inserta una sola hoja y una sola yema. El orden y colocación de las hojas y yemas en cada nudo del tallo es alterno y opuesta o de segundo orden.

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 siguientes

partes:

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 que origina el alargamiento o crecimiento del entrenudo.

2.- Banda de las raíces: Es una zona pequeña que se presenta inmediatamente arriba del nudo, en la cual se localiza una serie de manchas como aureola, colocadas en hileras y en número que varía de 1 a 3, cubierta con tejidos 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. Las raíces primarias emitidas por la caña tienen también su origen en esta zona.

3.- Cicatriz foliar de la vaina: Ordinariamente rodea al nudo después de que la hoja se ha secado y separado del tallo. De manera general se pueden observar sobre esta cicatriz, restos o trozos de tejido, así como haces fibrovasculares rotos pertenecientes a 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, con 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 debajo de la cicatriz de la vaina; puede ser corta o larga, ancha o angosta, aplanada, prominente o hundida.

Por su forma puede ser (Fig. 4):

- A. Triangular
- B. Oval
- C. Abovada
- D. Pentagonal
- E. Romboide
- F. Redonda
- G. Ovada
- H. Rectangular
- I. 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, aún 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.

## DIFERENTES TIPOS DE YEMAS

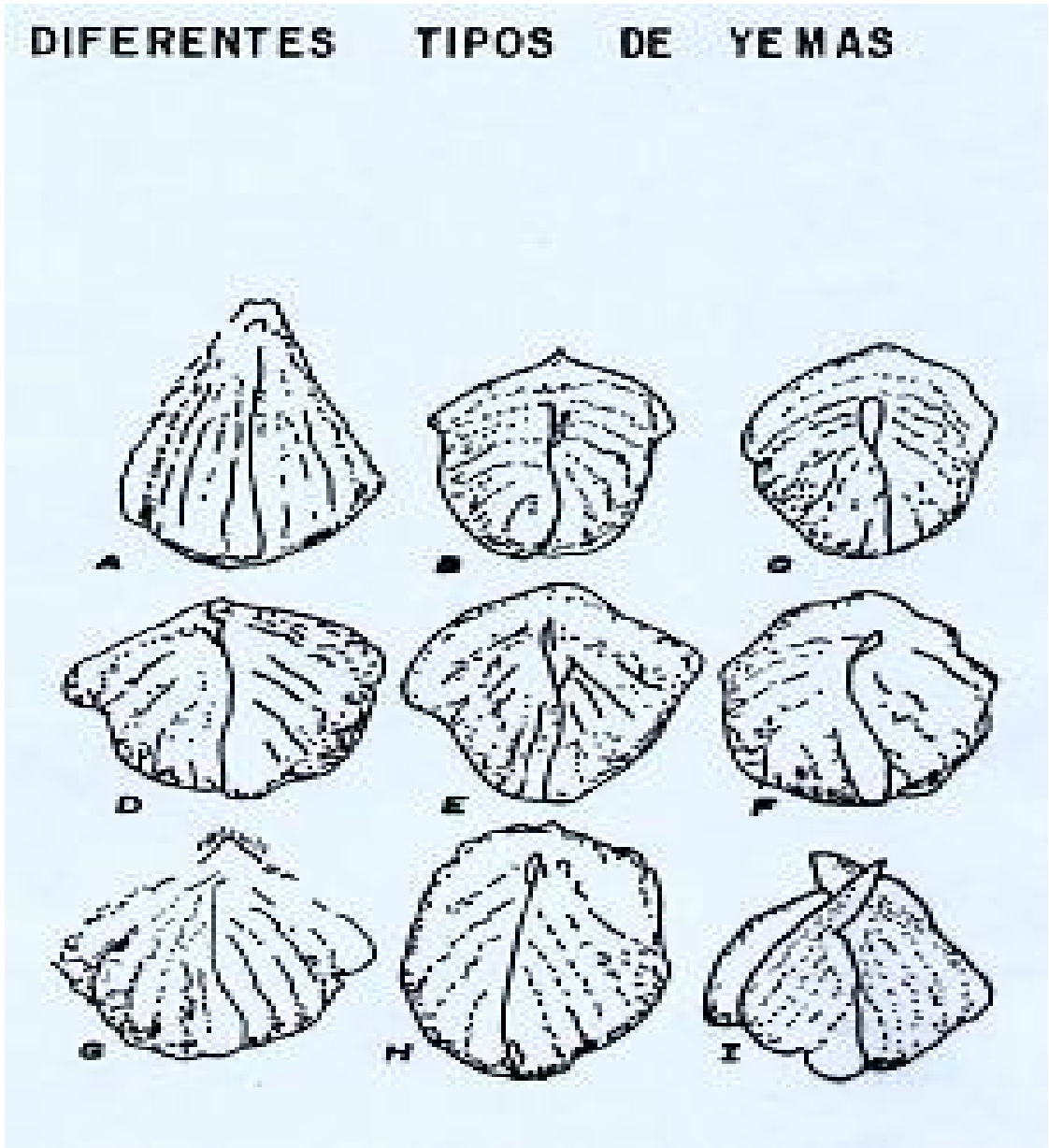


Fig. 4. Diferentes tipos de yemas: A, triangular; B, oval; C, abovada; -- D, pentagonal; E, romboide; F, redonda; G, ovada; H, rectangular; - I, picuda (según Arstchwager).

El tejido epidérmico del entrenudo es generalmente glabro o lampiño,

puede o no presentar grietas corchosas que, al ocurrir, pueden ser pequeñas o profundas originadas 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 de cambium o crecimiento (Sánchez, 1992; Durón, 1967).

#### **4.1.3. Hojas**

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 está constituida 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 ahuates, mientras el interno es liso y glabro, con haces fibrovasculares espaciados y sin nervadura central. La superficie externa de la vaina se tiñe ocasionalmente de color rojo púrpura, cuando la hoja alcanza su completo desarrollo (Sánchez, 1972; Quiñónez, 1979).

Las hojas de la planta de caña son la fábrica donde las materias primas: agua, dióxido de carbono y nutrientes se convierten en carbohidratos bajo la acción de la luz del sol. Las hojas, unidas a los nudos del tallo, son láminas 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 (Humbert. 1974; SEP,1983).

Principales funciones de la hoja de caña de azúcar

- 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 medida 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 monojos vasculares, o sea el tejido conductor de la planta (Humbert, 1974; Solano, 1998).

La adherencia de la vaina al tallo difiere en las cañas cultivada; 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 despeja bien. El agua que retiene en las vainas propicia la germinación de las yemas y raíces adventicias (Benvenuti, 1981; Ochse et al, 1982).

#### **4.1.4. Flor**

En la parte superior del tallo, se encuentra la inflorescencia que en ocasiones puede ser la clave para identificar una variedad en la caña de azúcar (Fig. 1), fue descrita por Soltwedel en Java en el año de 1888. Es una panícula sedosa que se conoce como espiga, varía de longitud de 20

a 60 cm. Lo más llamativo en las inflorescencias de la caña de azúcar son los pelos largos y sedoso que salen de la base de las espiguillas (Valdez, 1980; Monsivais, 1946; Ochse et al, 1982).

Cada espiguilla contiene una flor hermafrodita, el ovario es de forma ovalada y lleva en sus extremos un pistilo bífido 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 anteras. 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 su 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.

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 a una palea pequeña. En la base de la flor y dentro de la gluma interna existen dos gruesos lodículos hiliados que viene a constituir los vestigios del periantio; y 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 y otra pedicelda. Los granos del polen son de 30 a 40 micras de diámetro y de forma más o menos esférica. Su coloración varía en su estado de madurez y con la variedad (Cabrera, 1994).

#### **4.1.5. Fruto**

La semilla o fruto es una cariósida, es de forma elíptica que presenta en el embrión una ligera depresión, en el 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 estricto, esta semilla no es más que un trozo de caña (Ochse et al, 1982).



## **V. MEJORAMIENTO GENÉTICO.**

### **5.1. Generalidades.**

Todas las circunstancias llevan al hombre al recurrir al conocimiento alcanzado en el paso utilizado, para acelerar el progreso tecnológico que proporciona satisfactorias a la humanidad. Lo anterior es aplicable a la industria azucarera con relación a los estudios realizados a fines del siglo XIX y principios del XX, tendientes a solucionar los graves problemas que habían casi arruinado a la agricultura y a la industria de la caña de azúcar en diferentes regiones del mundo.

La necesidad de combatir las enfermedades de carácter epifítico que afectan al cultivo, fue el primer estímulo para lograr su mejoramiento genético. Estas afecciones no eran nuevas siendo tan antiguas como las ramas ancestrales de caña sometidas al cultivo (Sánchez, 1992).

### **5.2. Hibridación.**

El éxito de un programa de hibridación depende de la selección de progenitores de valor comprobado por medio de sus progenitores, después de lo cual se dan los siguientes pasos:

a). Dos variedades A y B que poseen las características agronómicas deseadas, unos en A y otros en B, se cruzan.

b). Sobre la descendencia se practica la selección y los clones así obtenidos se multiplican y se someten a prueba de adaptación en las

diferentes localidades o regiones dependiendo donde se lleve a cabo la prueba para adaptarse.

Este método es muy tardado, ya que para una variedad logre llegar a su fase comercial, pasan de 8 a 10 años después de realizar las cruces. Desventaja que elimina un porcentaje muy alto de las plántulas producidas (Ojeda, 1978).

### **5.3. Métodos de cruzamiento.**

Lamentablemente éste método no se utiliza en esta región del Ingenio Pujiltic, por lo que, lleva más tiempo y dinero y productores no tienen una asistencia técnica de cómo realmente es este cruzamiento.

### **5.4. VARIEDADES Y TIPOS.**

### **5.5. Generalidades**

Para lograr la máxima productividad azucarera en el campo, se requiere de una gran variedad, es decir, la conjugación de los elementos agronómicos necesarios para el buen desarrollo y producción de campo. El Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar deduce su mayor esfuerzo a la obtención de nuevas variedades que superan la problemática en la productividad azucarera.

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 sea el más adecuado en la región ecológica donde se cultivará, serán lo que rinda los máximos resultados tanto para el productor como para el industrial.

Así, que cada variedad tiene sus propias características respecto de condiciones ecológicas y resistencia a plagas y enfermedades, la variedad a sembrar en cada región la designa el Departamento Técnico de Campo de acuerdo a las características ecológicas y sanitarias de cada lugar, esta misma variedad puede ser que en determinado tiempo de muy buenos resultados y pasadas varias cosechas se observan bajas en el rendimiento ya sea por ataques de plagas que antes no se presentaban o bien por nuevas enfermedades, en el caso de que se llegara a observar esto, deberá avisarse al Departamento Técnico de Campo para que determine y valore si se hace necesario el cambio de esa variedad por otra.

La importancia primordial del estudio de las variedades de la caña estriba principalmente en el conocimiento correcto de todas sus características, tanto botánica como agrícolas, para adaptarse a las condiciones de clima, suelo y condiciones de sanidad en un sitio determinado, para obtener máximos rendimientos (Aguirre, 1987).

**5.6. Principales variedades de cañas cultivadas en el Ingenio Pujiltic, Chiapas.**

Cuadro 4. Principales variedades cultivadas en el Ingenio Pujiltic, Chiapas.

<b>Temprana</b>	<b>Media</b>
C0997	Cubana
CP722086	Mex57473
CP742005	Mex68808
Mex661235	Mex68p23
Mex73523	Mex69290
Mex801418	Mex79431
Mex801428	My5514
Mex83535	SP701284
Mex856121	Varias
Q96	
RD7511	

Fuente: Zucarmex, 2003

## **VI. ASPECTOS FISIOLÓGICOS**

La planta de la caña de azúcar es capaz de almacenar en forma de energía química, un máximo de energía solar. La germinación 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 hora (Quiñónez, 1979).

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 aprovechar el rocío de la noche en la época de sequía y los elementos minerales de fertilizantes foliares (López, 2002).

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 enrollan de manera que disminuye la pérdida de un 10 a 20% de agua (SEP, 1983).

### **6.1. 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 temperaturas del suelo inferiores 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).

Con análisis de resultados de germinación a diferentes edades, se ha observado 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 a 12 meses entre los 21 y 24 días muestran deficiencia con la semilla de 6 meses, tanto en la rapidez como en el porcentaje de germinación. Se encontró que a medida que aumenta la edad de la semilla, disminuye la germinación. La germinación óptima y el lugar temprano de los brotes se obtienen cuando tanto los factores internos como los externos están en su nivel óptimo (Humbert, 1974; Valdez y Roque, 1980).

## **6.2. Crecimiento**

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 temperaturas y la longitud del día en las regiones cañeras. Dentro del ciclo vegetativo de la caña, el crecimiento representa un aumento en su masa aún 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 (Quiñónez, 1979).

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, decreciendo a medida que se presenta la maduración y emergencia de la flor (Sánchez, 1972).

### **6.3. Desarrollo**

El término corresponde a 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 la 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 correspondiéndole un aumento en materia, tamaño y peso (Sánchez, 1972).

### **6.4. Maduración**

En la caña, la maduración es de dos tipos: industrial y fisiológica.

1.- La industrial: Ocurre cuando la materia prima exhibe un óptimo de sacarosa en sus jugos.

2.- La fisiológica: Ocurre cuando se forma la panícula o inflorescencia, continuación del crecimiento y de la yema terminal o

cogollo al término del desarrollo vegetativo de la planta (Sánchez, 1972).

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).

Para las regiones donde se limita la maduración por heladas, se han seleccionado variedades de maduración precoz que hacen factible la existencia de la industria azucarera en esas zonas.

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 cuatro o cinco meses antes de la cosecha aumenta el rendimiento de 15 a 20%, con este uso se alargan los entrenudos y almacenan más azúcar, y por consecuencia, mayor producción de azúcar por hectárea de caña (Traub, 1981).

## **6.5. Floración**

La floración es una cadena de procesos fisiológicos que incluyen la iniciación floral, la organización floral y la maduración y emergencia. En áreas tropicales y subtropicales, con condiciones de clima favorables para la floración natural de la caña, la sucesión de los diferentes estados es ininterrumpida. Una vez que el tallo forma la primordia floral, el desarrollo y diferenciación prosiguen hasta alcanzar el completo desarrollo y la emergencia. El tiempo de la iniciación a la emergencia



varía de 4 a 6 semanas.

La floración tiene lugar cuando las circunstancias son favorables para un cambio del estado vegetativo al reproductivo, cuando se ha sobrepasado la edad mínima y/o el estado fisiológico de desarrollo. Las variedades difieren en sus características de floración. Algunas son de floración temprana, otras tardías; algunas son de floración abundante y otras no florecen. La floración normalmente tiene lugar durante el otoño cuando hay una reducción del crecimiento debido a días más cortos y noches más frías, después del rápido crecimiento en los meses calientes del verano (Rodríguez, 1987).

La caña cultivada en suelos infértiles y delgados se desarrolla con lentitud y normalmente florece más que la caña bien nutrida de la misma variedad cultivada en buenos suelos. Existe la evidencia de que una sustancia química o grupo de sustancias controlan la floración. Las auxinas, hormonas de crecimiento de las plantas, se sabe que disminuyen en la época de floración. La floración está indicada en la raíz por la reducción de la absorción y distribución interna de agua, nutrientes orgánicos e inorgánicos. Con la iniciación floral los tejidos vasculares sufren modificaciones de estructura, y el punto de crecimiento del tallo (yema apical) se transforma en botón floral (Humbert, 1974).

### **5.5.1. Control de la floración.**

Existen algunos productos químicos que se aplican para impedir la floración. Cuando se tienen variedades que florecen, es necesario evitarlo. Para lograr regular la intensidad de la floración se tienen los

siguientes factores de control de floración:

- ✓ Control de la floración con la luz: No se ha inventado ningún medio práctico para controlar por iluminación la floración en campos de caña del Ingenio Pujiltilic, Chiapas.
- ✓ Control con fertilizantes: Este control está relacionada con el desarrollo vegetativo, cabe suponer que la adición adecuada conserva la caña en estado vegetativo y previene la floración, como es el triple 17 y la urea.
- ✓ Control con el manejo de riego: El procedimiento para éste control se hace suspendiendo en determinada fecha el riego con el fin de asegurar la suficiente tensión de humedad dentro de la planta para evitar la floración, usualmente es utilizado el control en esta región.
- ✓ Control con productos químicos: Por lo general, se han usado para este control del desarrollo de 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 ocasionando la detención en el crecimiento y la reducción de la iniciación floral, prácticamente los productos químicos se utiliza para las malezas que compiten con la caña de azúcar para un mejor control.

La hidracina maléica, detiene temporalmente el crecimiento y también reduce la floración.

El ácido alfa-naftalenecético, químicamente relacionado con la auxina, produce una ligera reducción en la floración (Humbert, 1974).

## **VII. CONDICIONES ECOLÓGICAS Y EDÁFICAS**

### **7.1. Condiciones ecológicas.**

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 éste retraso, más que el descenso de la temperatura, se debe a la reducción de la insolación. Ya que en invierno los días son más cortos, es decir, las horas-luz tienden a reducirse. Sin embargo, en la región cañera Ingenio Pujiltic, no presenta época de invierno fuertes ni heladas, es decir, que es apta para este cultivo que viene siendo la caña de azúcar (Zucarmex, 2003).

### **7.2. DESCRIPCION DEL AREA**

#### **7.2.1. Localización**

El Ingenio Pujiltic, se localiza sobre el kilómetro 106 de la carretera Tuxtla Gutiérrez a Venustiano Carrana - Comitán de Domínguez (Compañía "La Fe Zucarmex, S. A. de C.V., 2003).

La zona de cultivo de la caña de azúcar es bastante extensa, en términos generales se puede decir que se encuentra comprendida entre 16° 17' LN, 92° 21' de longitud W (Zucarmex, 2003).

La caña de azúcar adquiere su óptimo desarrollo en las zonas

tropicales, en las regiones subtropicales se desarrolla aún cuando sus rendimientos sean menores. Referente a la altura es de 635 msnm, la siembra de la caña de azúcar se cultiva desde unos cuantos metros sobre el nivel del mar, hasta de 1800 msnm (Quiñónez, 1979; "La Fe Zucarmex, 2003).

La precipitación promedio anual en años anteriores ha sido de 1,618.8 mm en el Ingenio Pujiltic, Chiapas y el período de lluvias inicia en junio y termina en octubre con el 80-85% del total, el período de sequía está bien definido de noviembre a mayo con el 20-15% restante de la lluvia.

Las características de un clima ideal para la caña de azúcar en el Ingenio Pujiltic (García, 1973, Zucarmex, 2003) son:

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

Según estudios realizados la precipitación pluvial de la caña de azúcar son los siguientes (Sánchez, 1992):

- ✓ Las zonas con precipitación pluvial menor de 1,500 mm anuales y mal distribuida, requieren riegos de auxilio.
- ✓ La necesidad de agua de la caña varía en clima templado cálido (sub-tropical), de 3.8 a 8.6 mm por día, en un año completo.
- ✓ En la región Ingenio Pujiltic el promedio general acusa valores de 2.0 a 5.0 mm por día, en un año completo.

Las zonas con precipitación menor de 1500 mm anuales y mal distribuida, requieren la aplicación de riegos de auxilio para incrementar la productividad por unidad de superficie.

El potencial de riego tiene como origen el escurrimiento de los manantiales de la zona montañosa que vierten sus aguas hacia el valle cañero que está situado en la depresión central de Chiapas, manteniendo un régimen de riego permanente en toda la época del año en ríos, escurrimientos y mantos acuíferos (ojos de agua) donde nace el agua. Existen algunas presas derivadoras de agua del río Schpoina y río San Vicente que están funcionando en condiciones normales.

Cuadro No. 5 Clasificación y riegos para la caña de azúcar.

Clasificación o Índices	Número de riegos durante el año
Normal	Más de 8 riegos
Medio	De 4 a 6 riegos
Deficiente	Menos de 4 riegos

Fuente: (Zucarmex, 2003).

Las condiciones de humedad del suelo que interesan desde el punto de vista agrícola y de la planeación de los riegos, son aquellos que se encuentran dentro de los límites en que las raíces de las plantas pueden extraer el agua para su desarrollo normal.

El crecimiento de la caña de azúcar es uniforme en tanto que la humedad del suelo está dentro de los límites de capacidad de campo, las lloviznas y los rocíos abundantes influyen en el desarrollo de la caña, puesto que ésta puede absorber humedad a través de las hojas y de las

raíces.

Todo 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 (Anónimo, 1985).

Básicamente en lo que respecta a la temperatura en la caña de azúcar en la región azucarera Ingenio Pujiltic son las siguientes (García,1973):

- ✓ Margen para de germinación óptima: 32 a 38°C.
- ✓ Margen óptimo para el desarrollo y absorción de nutrimentos: 27°C.
- ✓ Margen de desarrollo normal de la caña: 21 a 38°C.
- ✓ Margen en que la caña retarda su desarrollo: 10 a 21°C.
- ✓ Margen en que la caña paraliza sus funciones: Menos de 10°C.
- ✓ Margen en que la caña se daña: Menos de 2°C.

Las temperaturas de acuerdo a la región cañera Ingenio Pujiltic son las siguientes:

- ✓ La máxima promedio anual es de 30.8°C
- ✓ La mínima promedio anual es de 20.9°C

Meses con mayor calor:

- ✓ Marzo con una temperatura promedio de 32.5°C

- ✓ Abril con una temperatura promedio de 36.3°C
- ✓ Mayo con una temperatura promedio de 29.4°C

Las condiciones climatológicas permiten al Ingenio Pujilic, realizar la zafra de noviembre a mayo, sin riesgos de lluvias que afecten la entrega de la materia prima (Zucarmex, 2003).

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.

La caña se clasifica entre las de días cortos que florecen sólo si el período de luz es más corto que el período crítico (Anónimo, 1985).

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 macollamiento de la planta. Por el contrario, en áreas con intensidad luminosa limitada por nublados las cañas se ahilan, su tallo es más largo y débil, con hojas delgadas y angostas, cuyo color se torna verde amarillento, disminuyendo la materia seca; cuando las plantas se desarrollan bajo completa luminosidad se produce más materia seca; el contenido de humedad disminuye y aumenta la sacarosa en sus jugos (Sánchez, 1992).

### 7.3. Condiciones edáficas.

#### 7.3.1. Suelos.

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 (Sánchez, 1992).

En esta región cañera Ingenio Pujiltic, encontramos suelos con texturas:

<b>TEXTURAS</b>	Arcillo-Arenoso Migajón-Arcilloso Migajón-Arcilloso-Arenoso Migajón-Limoso Vertisol-Pélico con un 80%
-----------------	---

Con esa base se han establecido los siguientes índices o clasificación según su profundidad:

Cuadro 6. Los mejores suelos para la caña de azúcar de esta región Ingenio Pujiltic, Chiapas.

Índices 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	Más de 90 cm de profundidad

Fuente: (Zucarmex, 2003).

### 7.3.2. Salinidad y sodización.

Los índices se integran con los contenidos de sales o salinidad, expresados en conductividad eléctrica (C.E.) en milimhos por centímetro a 25°C, y el porcentaje de sodio intercambiable (PSI).

Clasificación	Índice o Clase	Característica Generales de los suelos
Normal	Primera	C.E. x 1000 menor de 4 milimhos/cm a 25°C. P.S.I. menor de 15%.
Salino	Segunda	C.E. x 1000 mayor de 4 milimhos/cm a 25°C. P.S.I. menor de 15%.
Salino-sódico	Tercera	C.E. x 1000 mayor de 4 milimhos/cm a 25°C. P.S.I. mayor de 15%.
Sódico	Cuarta	C.E. x 1000 menor de 4 milimhos/cm a 25°C. P.S.I. mayor de 15%.

Fuente: (Domínguez, 1985).

### 7.3.3. pH.

La reacción del suelo se mide por el pH, que es el potencial hidrógeno, equivalente al logaritmo del recíproco de la concentración de iones de hidrógeno en gramos por litro, y es de gran importancia en los suelos por la repercusión que tiene en la solubilidad de los nutrimentos. El límite de operación normal de la caña de azúcar es entre los pHs de 6.0 y 8.0, con los mejores resultados alrededor de la neutralidad práctica, que es de 6.5 a 7.5 (teórica = 7). Los índices de acidez y alcalinidad son:

Acidez	pH
Muy fuertemente ácida	3.0 - 4.0
Fuertemente ácida	4.0 - 5.0
Moderadamente ácida	5.0 - 6.0
Ligeramente ácida	6.0 - 6.5
Neutralidad práctica	6.5 - 7.5 (Teórica = 7)

Alcalinidad	pH
Ligeramente alcalina	7.5 - 8.0
Moderadamente alcalina	8.0 - 9.0
Fuertemente alcalina	9.0 - 10.0
Excesivamente alcalina	Más de 10.0

Fuente: (Humbert,1974).

#### 7.3.4. Drenaje.

El drenaje puede ser:

a). Superficial o externo:

Clasificación	Características
Normal	Si el agua de lluvia o riego se infiltra con facilidad y no causa erosión dañina.
Mediano	Si después de la lluvia o riego queda encharcamientos que tardan tiempo en desaparecer.
Excesivo o malo	Si forma corrientes superficiales con deslaves (erosión) con fuertes infiltraciones, o bien la pendiente no da salida a las aguas superficiales.

b). Interno o profundo:

Clasificación	Característica
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.
--------	---

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 función general del drenaje se pueden integrar índices que indiquen si una superficie determinada está afectada por inundación; tal fenómeno suele presentarse en algunas zonas durante la época de lluvias, cuando el nivel de los ríos se incrementa considerablemente. Con base a este factor, se tendrá:

Índice de clasificación	Condiciones generales de inundación
Primera clase	No inundable
Segunda clase	Poco inundable
Tercera clase	Frecuentemente inundable
Cuarta clase	Inundable

Fuente: (García, 1973).

La primera y la segunda clase pueden utilizarse sin problemas para la explotación agrícola.

La tercera clase cuenta con restricciones para el uso agrícola, pero éste puede verificarse con obras previas de desagüe, cuando esto sea posible.

La cuarta no es apta para la explotación agrícola (García, 1973).

### **7.3.5. Factores topográficos.**

El índice de topografía en la productividad de una zona refleja la necesidad de su explotación y el costo de desarrollo de la tierra; asimismo, debido a la acción de factor topográfico en la profundidad del suelo, tal índice denota la adaptabilidad y permanencia del cultivo. Los factores o índices topográficos principales a considerar son:

A). Grado de pendiente

B). Relieve

C). Posición

A). Grado de pendiente: los suelos que no tienen una pendiente general uniforme, o tienen muy poca pendiente, generalmente son afectados por mal drenaje, a menos que tengan condiciones que les den un buen drenaje interno (suelos aluviales).

Los suelos con pendiente excesiva o de superficie irregular son susceptibles a la erosión y no se prestan para la nivelación.

B). Los suelos de superficie irregular: no son recomendables, ya que por lo general tienden a incrementar maquinaria agrícola, acarreo de la semilla, cultivos, factibilidad de nivelación y de riego, y las labores de cosecha. Por otra parte, lo irregular del relieve provoca el arrastre del suelo superficial, dándole poca estabilidad y permanencia al cultivo, sobre todo cuando no se siguen prácticas de conservación y mantenimientos de este tipo suelos.

C). Posición: se considera este índice cuando las tierras está aisladas, o sean altas o bajas (lomeríos o bajíos), lo cual trae como resultado un aumento en los costos de desarrollo, operación y cosecha.

Con base en las especificaciones generales se integran los siguientes índices topográficos:

Índices o Clasificación	Características Generales Topográficas
Primera clase	Pendientes con declives suaves, con un máximo de 6% de pendiente general, en extensiones razonablemente grandes con declives en el mismo plano.
Segunda clase	Pendientes con declives variables del 6 al 12%
Tercera clase	Pendientes con declives variables del 12 al 20%
Cuarta clase	Pendientes con declives mayores del 20%.

Fuente: (Sánchez, 1992).

Para la explotación cañera se refiere básicamente la primera y la segunda clase, y únicamente en casos excepcionales, y previas las obras necesarias, se emplearán los suelos de tercera clase. Los suelos que sean afectados topográficamente por la cuarta clase no deben explotarse agrícolaemente, sobre todo con caña de azúcar, que es un cultivo de escarda, por inducir la erosión de los mismos.

A fin de tener un conocimiento de las denominaciones más usuales desde el punto de vista topográfico, a continuación se explican los siguientes términos:

Planicies

Valles o llanuras más o menos amplia, sin accidentes topográficos

que modifiquen su aspecto; el desagüe superficial es mediano o malo, y sus pendientes por lo general son menos del 2.50%. Es factible el uso de cualquier tipo de maquinaria agrícola.

#### Mesetas

Terrenos planos con poca pendiente, que ocupan la parte alta de montañas, cerros o lomas, limitando su uso la extensión con que cuentan. Sus planos cuentan con pendientes más o menos fuertes que limitan su explotación por la inducción de su aprovechamiento, el cual a su vez depende de su extensión.

#### Bajíos

Son las áreas que ocupan depresiones, y pueden contar con mal drenaje superficial o carecer de éste; por lo general su drenaje interno es deficiente o muy deficiente, debido a su alto nivel de manto freático. Su uso requiere casi siempre obras previas de drenamiento, en cuya función está el uso de maquinaria agrícola.

#### Ondulado suave

Lo constituyen las faldas o prolongaciones de las montañas, cerros o lomas; su topografía es una sucesión de elevaciones convexas y depresiones cóncavas de mucha amplitud y poco relieve. Las pendientes varían de 2.5 a 7.5%. Pueden usarse todos los tipos de maquinaria agrícola.

#### Lomeríos

Terrenos ondulados con pendientes de 7.5 al 15%, integrados por conjunto de lomas de poca altura con las pendientes consignadas; en estas partes se hace evidente el peligro de la erosión, y en ocasiones se requiere efectuar obras o trabajos de conservación de suelos. El uso de maquinaria agrícola está restringido por la pendiente en algunas partes de estas regiones.

### Cerriles

Pendientes del 15 al 25%, no aptas para el cultivo económico de la caña de azúcar, ya que propician una marcada erosión.

### Montañosos

Pendientes mayores del 25%, en las cuales se localizan por lo general los terrenos forestales.

Los índices se integran con el grado de pendiente, el relieve, y la posición o situación del campo. Los suelos se clasifican en la forma siguiente:

Clasificación	Porcentaje de Pendientes
Primera clase	Menos de 6%
Segunda clase	De 6 a 12%
Tercera clase	De 12 a 20%
Cuarta clase	Más de 20%

Fuente: (García, 1973).

### 7.3.6. Erosión

Los índices se integrarán con la afección provocada en los horizontes A y B.

Erosión	Clasificación	Grado de afección	Uso agrícola
Muy leve	Primera clase	Pérdida de menos del 25% del horizonte A.	Uso agrícola normal
Moderada	Segunda clase	Pérdida del 25 al 75% del horizonte A.	Uso agrícola normal
Severa	Tercera clase	Pérdida de más del 75% del horizonte A.	Uso agrícola restringido
Muy severa	Cuarta clase	Pérdida total del horizonte A e inicio del horizonte B.	No apto para el uso agrícola

Para entender con mayor eficacia los horizontes es preciso conocer las siguientes características:

La unidad de estudio en los suelos es el perfil, o sea la sucesión de capas llamadas horizontes, más o menos desarrollados, con características propias y definidas por el efecto del lixiviación o acumulación de materiales o sustancias.

El horizonte A (superficial): Se caracteriza por su alta actividad biótica y la acumulación de materia orgánica.



El horizonte B (abajo del A): Es una zona del perfil donde se acumula el material coloidal (fino).

Los horizontes A y B: Juntamente, constituyen el verdadero suelo en el cual se alojan las raíces de las plantas.

El horizonte C: Está formado por material relativamente no alterado, y se encuentra en la parte inferior del horizonte B.

El horizonte A puede coincidir con la capa arable, por lo cual constituye el suelo superficial. El horizonte B se encuentra inmediatamente abajo del horizonte A y constituye el subsuelo, en donde por lo general suelen formarse las capas duras como el "piso de arada", arcillo compactum, etc. El horizonte C está constituido en ocasiones por el material rocoso o paterno, del cual se integra en algunos casos en suelo. Por otra parte, la erosión esta en función, en gran parte, de la textura y estructura de los suelos (García, 1973).

### **7.3.7. Nivel de fertilidad.**

El índices de fertilidad se determina (IF) de acuerdo con los niveles que se usan en los laboratorios de suelos, según el contenido de los elementos de más requerimiento por las plantas, en porcentajes o en partes por millón (p.p.m.). El complemento al contenido de nutrimentos en los suelos lo constituyen los elementos determinados en el análisis foliar y en la Sección 8-10 de tallos, a fin de ponderar el aprovechamiento real de la caña de los valores que acusen los análisis de suelos.

A continuación, se presentan algunos índices para la interpretación

de análisis foliar en caña de azúcar.

Para el análisis foliar se emplea el tercio medio (sin nervadura central) de la hoja No. 5 (de arriba hacia debajo de la caña); en ocasiones se usa de la hoja No. 3 a la hoja No. 6. Los índices según análisis foliar usados por el Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar (IMPA) son los siguientes:

Índice	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)
Muy bajo	Menos de 1.0	Menos de 0.10	Menos de 1.00
Bajo	1.0 – 1.4	0.10 – 0.12	1.00 – 1.50
Ligeramente bajo	1.4 – 1.5	0.12 – 0.14	1.50 – 1.65
Normal	1.5 – 2.0	0.14 – 0.18	1.65 – 2.00
Alto	Más de 2.0	Más de 0.18	Más de 2.00

Los porcentajes de elementos son en base de materia seca.

#### **INDICES EN LA SECCION 8 –10 DE TALLOS.**

Índices	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)
Bajo	Menos de 0.19	Menos de 0.04	Menos de 1.00
Normal	0.20 – 0.30	0.04 – 0.06	1.00 – 1.50
Alto	Más de 0.30	Más de 0.06	Más de 1.50

Fuente: (García, 1973).

#### **7.3.8. Nutrientes.**

La fertilización es básica en el logro de una mayor productividad en los cultivos. La producción económicamente costeable de una cosecha requiere de un suelo fértil, humedad adecuada, semilla de una variedad bien adaptada y protección contra la acción detrimental de las

plagas, enfermedades y malezas. La falta de cualquiera de estos requerimientos puede, en general, limitar los rendimientos y la efectividad de los esfuerzos y de los medios dedicados a la suplementación de los otros tres. El uso de los fertilizantes acrecienta la efectividad de los cuatro requisitos señalados (López, 2002).

La fertilidad es un estado potencial de los suelos con posibilidad de desarrollo, que debe explotarse al máximo. Por consiguiente, los métodos utilizados con la finalidad de mejorarla y aumentar la productividad deben ante todo, considerarse dentro de las condiciones estructurales de los suelos y la posibilidad de una respuesta de estos a los fertilizantes (Solano, 1998).

Los adelantos realizados en la ciencia del suelo y la orientación impartida sobre las recientes técnicas de aplicación de los fertilizantes, imponen nuevas exigencias en cuanto a la constitución química de los mismos (Sánchez, 1992).

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 lo más reducido posible para una buena recuperación del azúcar, especialmente cuando el período de maduración es húmedo y cálido (FAO, 1980).

### **7.3.9. Elementos mayores.**

El nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K) son los elementos

que las plantas consumen en mayores cantidades, por lo cual se agotan más rápidamente en el suelo y consecuentemente tienen que agregarse como fertilizantes. Cuando alguno de ellos falta en la planta, ésta muestra su carencia externando determinada sintomatología, cuyas principales características son:

a).- Deficiencia de nitrógeno

Cuando falta nitrógeno se presenta un color amarillo verdoso en las hojas más jóvenes (clorosis). Las puntas y los márgenes de las hojas viejas empiezan a secarse prematuramente, tomando un color café o pajizo que algunas veces se denomina "chamuscado de las hojas". Las hojas maduras mueren mucho más pronto que las correspondientes de las plantas sanas. El desarrollo del tallo se detiene, y todas las hojas de la punta parece que emergen de un punto común, que es la características de la planta de caña que no está creciendo. El tallo se adelgaza y toma un color rojo claro (Sánchez, 1972).

Es pertinente señalar que en ocasiones se suele confundir la clorosis causada por deficiencia de nitrógeno, con aquellas ocasionada por falta de fierro o manganeso, o bien la inducida por condiciones de anegamiento (mal drenaje), e, inclusive, por daños de plagas en el sistema radicular de la caña, o por chupadores. Sin embargo, cada una de las condiciones señaladas guardan características que las diferencian entre sí, por lo cual antes de diagnosticar hay que observar cuidadosamente las condiciones locales.

b).- Deficiencia de fósforo

Independientemente de la variedad en explotación, la deficiencia

de fósforo provoca un mal amacollamiento y una baja en la población de campo. Los tallos son de pequeño diámetro, con entrenudos cortos, y se adelgazan rápidamente hacia la punta. Las hojas de la caña toman un color verde azulado y son angostas, en contraste con las hojas anchas, de color verde oscuro en las plantas normales; las hojas viejas muestran una desecación de las puntas y de los bordes del limbo. El desarrollo radicular es muy limitado.

c).- Deficiencia de potasio.

La deficiencia de potasio produce en la caña de azúcar una depresión en el desarrollo de las plantas. Las hojas viejas toman un color amarillo-anaranjado con numerosas manchas cloróticas, que después toman una coloración café con el centro necrótico. Cuando las manchas se juntan, las hojas toman una coloración general café y se secan. En la parte superior de la nervadura media de las hojas aparecen manchas rojas con la coloración limitada a la epidermis, en contraste con las manchas producidas por el muermo rojo, que tiñe todo el grueso de la nervadura central. Después las hojas empiezan a secarse de la punta y de los márgenes, como en el caso de la deficiencia de fósforo, y la planta toma el aspecto de estar chamuscada.

Es notable observar, en la deficiencia de potasio, que las hojas jóvenes conservan su color verde oscuro, y solamente las hojas viejas se amarillan; además, se observa en el cogollo como si las hojas se desprendieran del mismo punto, lo cual indica que el desarrollo de la caña se ha detenido. Lo anterior es consecuencia de la translocación del potasio de las partes viejas a las zonas jóvenes (López, 2002)

### **7.3.10. Elementos secundarios.**

El calcio (Ca), el magnesio (Mg) y el azufre (S) son elementos secundarios. En las plantas son esenciales y se consumen en cantidades relativamente grandes; sin embargo, como generalmente los suelos los contienen en cantidades suficientes, no es necesario agregarlos como abonos, aunque en algunos casos se añaden como mejoradores de los suelos. Los síntomas más notables de su deficiencia –que es rara-, son:

a).- Calcio

Aparición de pequeñas manchas cloróticas con el centro muerto, que después toman una coloración café rojiza oscura. El número de manchas aumenta a medida que la hoja envejece, el desarrollo se retarda, y las plantas se debilitan, a la vez que se suaviza la corteza de la caña.

b).- Magnesio

Las hojas jóvenes toman una coloración verde claro, y las viejas verde amarillento, aparecen manchas cloróticas que a medida que la hoja envejece toman un color café oscuro, y cuando estas manchas son muy numerosas se juntan y dan la apariencia de roya o chahuixtle. Cuando la deficiencia de magnesio es grave, la clorosis se acentúa y las hojas presentan manchas numerosas; el tallo disminuye de diámetro y los entrenudos se acortan, tomando una coloración café en su interior.

c).- Azufre

Los primeros síntomas son similares a la deficiencia de nitrógeno: las hojas más jóvenes empiezan a perder su color verde normal,

tomando un tinte amarillento verdusco claro; después las hojas jóvenes, así como las viejas, toman un tinte purpurino, característica básica de la deficiencia de azufre, ya que no se forma con la deficiencia de nitrógeno. Las hojas se hacen más angostas y no desarrollan su longitud completa; las plantas pierden desarrollo y vigor, y los tallos son de diámetro reducido, adelgazándose rápidamente hacia la punta, con lo cual queda la caña "achaparrada" (Gómez, 2003).

### **7.3.11. Elementos menores.**

Los elementos menores son aquellos que, aún siendo esenciales para las plantas, los toman en muy pequeñas cantidades para satisfacer sus funciones. Se encuentra entre ellos el fierro (Fe), manganeso (Mn), boro (B), zinc (Zn), cobre (Cu), molibdeno (Mo), cloro (Cl), y otros. Los síntomas más característicos que presenta la caña de azúcar con deficiencia de elementos menores son:

#### a).- Fierro

Palidez 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 detiene la deficiencia, 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.

Es común la recomendación de asperjar sulfato ferroso al 2% en la planta para combatir la deficiencia de fierro; sin embargo,

prácticamente se han observado mejores resultados con aspersiones al 5% del sulfato ferroso comercial con 0.50% de algún detergente, en 140 a 150 litros de agua, por hectárea, aplicadas sobre el follaje con bomba de mochila aspersora o con aspersores montados en tractor.

#### b).- Manganeseo

Palidecen los tejidos verdes entre las nervaduras de las hojas, y después aparecen franjas longitudinales verde amarillento pálido que se extienden desde la mitad de la hoja hasta la punta, lo cual se distingue de las franjas que denotan deficiencia de fierro, que abarcan toda la longitud de la hoja. Cuando la deficiencia es grave, las franjas son blancas, con zonas de color café rojizo y de tejido muerto; posteriormente las hojas se rajan longitudinalmente. Las aplicaciones de Sulfato de Manganeseo comercial en los fertilizantes corrigen la deficiencia; la dosis, según las características edafológicas, suelen variar de 50 a 100 kilogramos por hectárea, de 100 a 200 kg/ha, y de 200 a 400 kg/ha en suelos fuertemente alcalinos (Aguirre, 1987).

#### c).- Boro

Se observa 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 angostan, se acortan, y aparecen cloróticas y distorsionadas.

La deficiencia de boro se corrige con aplicaciones de 15 kg/ha de



bórax en suelos ácidos ligeros, a 60 kg/ha en otros tipos de suelo (Spencer y George, 1967).

d).- Zinc

Aparición de líneas blancas a lo largo de las venas mayores de las hojas, en marcado contraste con las bandas cloróticas del hierro y del manganeso, que afectan las zonas de la hoja entre las venas; al aumentar la deficiencia palidecen las áreas intermedias, y en casos agudos las venas se secan, cesa el desarrollo del punto de crecimiento, y los retoños emergen completamente blancos.

Generalmente se obtienen buenos resultados para combatir la deficiencia de zinc, asperjando una solución de 600 gramos de Sulfato de Zinc comercial, más 400 gramos de Cal Hidratada, en 100 litros de agua, por hectárea.

e).- Cobre

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 enfermo.

Las deficiencias de cobre se corrigen, por lo general, mezclando con los fertilizantes comerciales Sulfato de Cobre en cantidades que varían de 30 a 100 kg/ha. También se corrigen asperjando Caldo

Bordelés a la semilla de caña ya tirada en el surco (Sánchez, 1992).

f).- Molibdeno

Los síntomas se manifiestan en la mitad superior de las hojas maduras y más viejas, por la aparición de un salpicado de rayas amarillas de 1 a 3 mm de ancho, y de 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 requieren. Una dosis de 80 g/ha es suficiente, y se aplica bajo la forma de Molibdato de Sodio o de Ácido Molíbdico mezclado con Superfosfato (López, 2002).

## **VIII. LABORES CULTURALES DEL INGENIO PUJILTIC.**

### **8.1. Generalidades**

La preparación de los suelos en la región Ingenio Pujiltic, Chiapas; 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 siete ciclos consecutivos, altos rendimientos de caña por unidad cultivada (Sánchez, 1992, Zucarmex, 2003).

En la mayoría de los campos cañeros de esta región se requiere el uso de cinceles o "subsuelos", 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, así como se rompe la compactividad que dejan los vehículos en la soca de la cosecha, o bien el "piso de arado" que se va formando a través de muchos años de arar

a la misma profundidad (Quiñónez, 1979).

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 porcentaje de caña (Solano, 1998).

## **8.2. Preparación del terreno en la Región Ingenio Pujilic.**

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 redituabilidad. Además se le da la remoción de la vegetación, el mejoramiento del drenaje, la aireación y eliminación de la compactación (Zucarmex, 2003).

La finalidad de la preparación del terreno consiste en:

- ✓ Aumentar el número de poros de aire que hay entre una partícula y otra del suelo, con el propósito de que en esos poros se puede almacenar una mayor cantidad de agua y aire, ya que las plantaciones intensivas las requieren en mayores proporciones.
- ✓ Incorporar la materia vegetal al suelo para que ésta, al descomponerse mejore las condiciones físicas y químicas del suelo.
- ✓ Aflojar el suelo a mayores profundidades para que las raíces puedan crecer más fácilmente, ya que con esto logramos plantas

más vigorosas y por lo tanto se incrementa la producción.

Dentro de la preparación del terreno, tenemos las siguientes labores culturales en la zona Ingenio Pujilic.

1.- Chapoleo: En este trabajo, previo a los barbechos, se cortan a machete todas las hierbas que han crecido después del cultivo anterior, se amontonan dentro o fuera 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.

El chapoleo es por lo general una operación manual, y sólo en casos muy aislado se hacen por medio de un control químico.

2.- Subsuelo: Se recomienda el uso del arado de cinceles para romper las capas de suelo endurecidas que se encuentran de 0 a 40/50 cm bajo la superficie, como el "piso de arado" que se ha formado con el uso constante de implementos que penetran a poca profundidad. Con esta labor se facilita la penetración de las raíces, se tiene mejor aireación en capas más profundas, se conserva la humedad en algunos casos, y en otros casos se mejora el drenaje interno.

3.- Barbecho: Por medio del barbecho se rompe, remueve y fragmenta una capa superficial del suelo de 20/30 cm, y en estas condiciones se produce cierta intemperización, al mismo tiempo que las larvas y huevecillos de plagas quedan expuestos al sol y por lo mismo mueren.

4.- Nivelación: Como algunos terrenos tienen depresiones o elevaciones que producen estancamientos de agua o dejan fracciones que no se pueden regar, se ha considerado este concepto para provocar las mejores condiciones de nivelación y surcado.

5.- Cruza: Como su nombre lo indica, consiste en pasar el arado en forma perpendicular al sentido contrario en que se hizo el barbecho. La cruz completa el trabajo del barbecho al remover y fragmentar nuevamente la capa superficial del suelo, junto con las demás consecuencias ya señalada. Debe hacerse por lo menos unos 12 días después del primer barbecho.

6.- Rastreo: Esta es una labor importante en el rastreo, sobre todo en aquellos terrenos en que los barbechos han dejado terrones más o menos grandes, pues la rastra los reduce en fracciones más pequeñas. Se realiza unos diez días después de haber hecho la cruz.

7.- Topografía: Tramo de surcada y regaderas y agrimensura. Es un trabajo necesario mediante el cual se trazan la surcada y las regaderas de acuerdo a las condiciones de topografía del terreno, y se mide la superficie de la parcela para motivos de crédito y para tener el área real acreditada. Se hace inmediatamente después de que se ha rastreado.

8.- Surcada: Consiste en la formación de los surcos en que irá depositada la semilla, dejando para ésta una cama bien preparada.

La ejecución es inmediata al rastreo y al trazo de las directrices de la surcada. Se recomienda que los surcos en esta región se trace a una distancia de 1.20 a 1.40 m para tener mejor espaciamiento a la mecanización.

En el caso de esta región cañera Ingenio Pujilic, son necesarios hacer los siguientes trabajos adicionales para un buen riego superficial:

1.- 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 filtración o evaporación debidas a la baja velocidad del agua. Este trabajo se hace al mismo tiempo que el rastreo y la surcada.

2.- 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. Se construyen habiendo terminado la surcada y con el mismo tractor que se hizo éste.

3.- Cabeceo de surcos: Con el cabecero se afinan las entradas de los surcos de manera que el agua no tenga dificultad para comenzar a circular por ellos. Se hace con pala, y su ejecución sigue a la terminación de la surcada (Zucarmex, 2003).

### **8.3. Semillero**

Una hectárea de semillero puede dar semilla para la siembra de aproximadamente 25 ha. Debe seleccionarse la variedad y la clase de semilla que se va a sembrar; puede usarse semilla de plantilla o primavera soca, de aproximadamente 8 a 9 meses de edad. Las semillas de caña estarán listas para ser cosechadas aproximadamente a los 12 ó 14 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 siembras (SEP, 1983).

## **8.4. Semilla**

La semilla verdadera de la caña de azúcar nunca se utiliza para las siembras comerciales, el material de siembra que se usa en esta región universalmente está constituido por trozos de canutos de la propia caña que es considerada como semilla y simplemente constituye un tipo de propagación vegetativa en el que cada variedad es genéticamente igual. Un trozo con una sola yema puede producir una sola planta completa si las condiciones de temperatura y humedad son favorables. En la práctica es mejor utilizar trozos con más de una yema para la siembra, con el fin de asegurar que al menos se desarrolle un brote. Los tamaños más convenientes de los trozos de tallos son de 40 a 60 cm de longitud para esta zona cañera Ingenio Pujiltic, los cuales pueden tener de 3 a 6 yemas según el tamaño de los entrenudos. Los tallos maduros y viejos son inapropiados para la siembra por lo inactivo de las yemas. Los mejores trozos para la siembra se obtienen de plantas de 8 a 9 meses de edad (Ochse, et al, 1982, Zucarmex, 2003).

### **8.4.1. Clase de semilla.**

Existe una clase de semilla que comúnmente los productores utilizan para su siembra en esta región cañera Ingenio Pujiltic.

Semilla de plantilla o soca: Aproximadamente de 8 meses de edad, con frecuencia se usan como fuente de semilla, en este caso se puede utilizar todo el tallo.

## **8.5. Sanidad de la semilla.**



La sanidad o desinfección de la semilla previene el cultivo de futuras enfermedades que pueden reducir notablemente los rendimientos. En esta región se recomienda, en caso procedente, desinfectar los trozos con una solución a base de 100 litros de agua y 250 a 500 gr de Agallol, según el grado de infección que se observe en la semilla. Además, conviene agregar 100 ml de Aldrin emulsificable al 19% de ingrediente activo en cualquier circunstancia. Otra manera de desinfectar la semilla es por medio de una solución a base de 100 litros de agua y 20 kilogramos de Furadán o ya sea Nuvacrón (Zucarmex, 2003).

#### **8.6. Labores previas a la siembra**

- a). Fertilización fondo de surco (fertilizante 17-17-17).
- b)- Insecticida para plagas del suelo.
  - Cufuran 5% 20 Kgs/ha. (al fondo de surco)
  - Velfuran 3% 20 Kgs/ha. (al fondo de surco)

#### **8.7. Siembra.**

En la región Azucarera Ingenio Pujiltic, la siembra es de tipo doble cordón donde se utilizan semillas sanas, vigorosas y puras, de 8-9 meses de edad (condiciones óptimas de germinación y desarrollo vegetativo). La distancia entre surcos es de 1.20 a 1.40 m, plantas a 15 cm, para tener una densidad de población de 65,000 plantas/ha, dependiendo de las circunstancias locales, ecología, variedad de la caña y mecanización de la cosecha. Usualmente la distancia que es utilizada para la mayoría de los productores de caña de esta región es de 1.40 m. El sistema más generalizado para la propagación es el de estacas o esquejes de 40 a 60 cm., con 3 a 6 yemas por estaca cortadas a cada

tercer entre nudo, se siembra de forma horizontal. La siembra se recomienda orientarla, si el sistema de riego lo permite de E-W para lograr la mejor captación solar.

En esta región la siembra se realiza entre los meses de agosto a enero, es decir, variedades que son tempranas o precoces. También existe la siembra entre los meses de noviembre a febrero, estas son variedades medias o sea tardía. El material de siembra debe ser de preferencia de cultivos sanos y vigorosos, con una edad de 8-9 meses, se recomienda utilizar la parte media del tallo, se deben utilizar preferentemente esquejes con 3 a 6 yemas. El tapado de la semilla se puede realizar de dos formas para esta región Ingenio Pujilic:

- 1.- Manualmente: utilizando azadón (más utilizado).
- 2.- Con tracción animal

Preferentemente la semilla debe de quedar cubierta con 5 cm de suelo, una capa más gruesa retrasa la emergencia y a menudo ocasiona la mortalidad de la semilla, el espesor de la tierra que se aplica para tapar la semilla no sólo influencia la germinación y el establecimiento de la población, sino también el desarrollo temprano de las plantas de caña.

Del cuidado que se tenga en la siembra depende en gran parte el futuro de la plantación. Pues así, se tendrá la seguridad de que si los cultivos se hacen bien y a tiempo, habrá una cosecha excelente en plantilla, en socas, y resocas. Naturalmente también habrá una producción mayor de alto rendimiento.

### **8.8. Enraizador (asset) 1 lt/ha**

Los productores cañeros utilizan un enraizador donde promueve el desarrollo radicular y el robustecimiento de los tallos. Deberá hacerse con mochila mojando la semilla antes de tapar. Así mismo, se utiliza fertilizante orgánico (vicom o sólido), 25 bolsas/ha. ( sobre la semilla antes de tapar).

Existen algunas fases que son utilizables en esta región Ingenio Pujiltic para una buena siembra son los siguientes:

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 de caña con las yemas muy diferenciadas, afectadas por la sequía, "floreadas", plagada o enfermas, pero en esta región azucarera Ingenio Pujiltic, Chiapas utilizan semillas de semilleros de buena calidad.

Para la siembra en esta región comprende los siguientes aspectos:

1. Corte de la semilla: Consiste en separar los tallos del suelo cortándolos con machete lo más bajo posible, hecho 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 cantidad

que se use; por lo general es de 12 toneladas/ha, dependiendo la forma o el acomodo de la semilla.

2. Alce de la semilla: La caña que ha sido cortada se coloca en los caminos o carreteras que han de llevarla al lugar en que se sembrará. Es un trabajo manual, pues de otra manera las yemas se lastiman y la caña no puede acomodarse debidamente de modo que en cada vehículo se transporta el mayor tonelaje.

3. Acarreo de la semilla: Para este objeto se emplean camiones o camionetas cañeras para su traslado de la semilla a su lugar de siembra.

4. Pelado, picado y tirado de la semilla: Cuando la semilla se encuentra en el campo en que ha de usarse, se le despoja primero 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 3 a 6 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 a doble cordón de acuerdo a cada caso en particular, y tratando siempre de tener unas 85,000 a 95,000 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 formado un cordón en el fondo del surco, se procede a taparla con una capa de suelo de 5 cm, ya sea con azadón o pala, con una arado pequeño que va tirado por un animal. 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 puede comenzar a enraizar y las yemas broten.

6. Riego de asiento: En los terrenos de riego, sino 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.

Desde el momento en que la caña se corta hasta que se da el riego llamado de asiento debe mediar el menor tiempo posible, es decir, que las operaciones descritas se suceden con rapidez o se hacen dos o tres al mismo tiempo. La razón es 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.

La época en que se hace la siembra varía de acuerdo con la disponibilidad de agua. En los terrenos considerados como de temporal se hace al principio de las lluvias, excepto cuando tienen un drenaje interno o extremo muy deficiente. En las áreas de riego la siembra puede iniciarse aún después que haya terminado la estación de lluvias, pero no debe acercarse demasiado al invierno porque el frío retarda grandemente la germinación y el desarrollo de las pequeñas plántulas.

7. Retapada: La retapada o retapa tiene por objeto cubrir con una delgada capa de suelo los trozos de caña que han sido descubierta por el riego o por las lluvias. Se hace unos diez días después de efectuar la

siembra.

### **8.9. Época de siembra:**

En esta región azucarera Ingenio Pujiltilic, 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 verificadas durante los meses de agosto a enero.

Las de primavera: realizadas durante los meses de febrero a junio, constituyen el mayor volumen de siembras efectuadas en esta región. 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, cosechan y desocupan los terrenos, etc.

Así mismo, la época de siembra de la caña de azúcar, puede tener una gran influencia en su producción. Porque muchas partes o localidades de esta región no cuentan con riego y posteriormente, deben de sembrar al principio de la época de lluvia (Sánchez, 1992; Zucarmex, 2003).

#### **8.9.1. Sistemas de siembra.**

El sistema de siembra que se practica en esta región es en forma manual. 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 el siguiente sistema:

1. Sistema de doble cordón: Se emplea cuando la semilla no ha sido bien seleccionada o ha sufrido daño en el transporte, se emplean unas 12 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 8 a 10 cm de tierra, según el lugar y variedad que ha de sembrarse, se compacta un poco para que quede en buen contacto con la semilla , según el lugar en que ha de sembrarse y variedad de caña (SEP., 1983; Zucarmex, 2003).

Por consiguiente tenemos que 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 máquina con los tallos para que una o dos personas las vayan introduciendo. Las yemas pueden sufrir daños en la siembra mecánica, este sistema de siembra se empleaba anteriormente en esta región azucarera del Ingenio Pujiltic, pero no dio resultado eficiente, por lo que, es utilizado actualmente el sistema de siembra manual (Cabrera, 1944; Zucarmex, 2003).

### **8.10. Resiembra.**

Los productores de esta región hacen la resiembra cuando hay fallas superiores a un metro y debe ser de la misma variedad que fue sembrada. Esto es una operación muy costosa, por lo que debe hacerse la siembra lo mejor posible, esta resiembra 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, se debe hacer con la misma variedad que se sembró o bien utilizando esquejes que es lo común, o cepas de las mismas variedades (Martín O, 1987; Ochse, et al, 1982).

### **8.11. Labores del cultivo para socas y resocas**

a). 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 del desecho, se debe hacer lo más pronto posible después del corte de la cosecha. En algunas ocasiones, sobre todo en esta región azucarera de temporal y riego, en vez de quemar los desechos, estos se acomodan entre las hierbas para ayudar a conservar la humedad o ya sea que sirve como alimento a los ganados. Pero muchos productores de caña, esta práctica no lo realizan sino, que consiste en quemar los desechos.

b). Descarne: Es una labor de periódica ejecución, de acuerdo con el diámetro que con el tiempo adquieren las cepas. Consiste en el recorte de las cepas, se limiten a una hilera de anchura uniforme. Esta labor se hace inmediatamente después del rebote.

c). Pasos de Cultivadora: Se hace para eliminar las malezas que crecen entre las hileras de caña.



d). Limpia de Azadón: Con esta labor se eliminan las malezas que crecen en las mismas hileras que las cañas y que no se pueden eliminar con los pasos de cultivadoras.

e). Aporque: La capa de suelo se ha estado removiendo con él descarte y los cultivos son para formar otra vez el surco en la misma hilera que las plantas y en contacto con los pequeños tallos, de donde se origina un mejor enraizamiento y amacollo, a la vez que permite hacer el riego sin problemas.

Todas las demás labores tienen la misma función que en las plantillas, por lo que es necesario repetir su descripción. Algunas labores, como la aplicación de fertilizantes, herbicidas control de plagas y enfermedades, etc.

### **8.12. Labores del cultivo para plantillas**

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

Pasos de cultivadora: Son también en número de 2 y tienen por objeto controlar la hierba que crece en los taludes de los surcos. Se usan indistintamente cultivadoras de tracción animal y mecánica. En algunas ocasiones, en terrenos que se enhiervan fácilmente, es necesario dar un paso más de cultivadora.

Aporque: Cuando la caña ha emergido totalmente y los primeros tallos comienzan al dejar ver la formación de entrenudos, se procede al aporque; esta labor tiene por objeto invertir la forma del surco, de manera que el lomo quede formado en la hilera de plantas y el fondo de él entre las líneas. El objeto es que los pequeño tallitos pueden apoyar su enraizamiento y el amacollamiento sea más vigoroso y profundo.

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

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

Limpia de andadores: Se llama andador a la calle 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 de estas malezas 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 (García, 1973).

### **8.13. 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 (Navarro, 1966; Zucarmex, 2003;).

Las recomendaciones de fertilizantes son el resultado de la interpretación mediata y práctica de los análisis de suelos y plantas, así como también de las condiciones generales de cada suelo, del clima, de la disponibilidad de agua, de la variedad de caña, de las prácticas y sistemas de cultivo que se van a emplear y de la fecha de cosecha (López, 2003).

Fertilizantes utilizados en esta región cañera Ingenio Pujiltilic, Chiapas son:

Fertilizantes	Dosis
Triple 17	700 kg/ha
Urea	
18-46	500 kg/ha

Debe considerarse también las condiciones generales de cada suelo, el clima y la disponibilidad de agua, etc. (Zucarmex, 2003).

### **8.13.1. Materiales orgánicos**

Abonos orgánicos: Debido a que la concentración de elementos

nutritivos en la fertilización orgánica es menor que la de los fertilizantes inorgánicos, se debe aplicar grandes cantidades de los orgánicos para obtener buen resultado. El estiércol, abonos verdes, cienos de filtros y fertilizantes orgánicos compuestos. La desventaja del estiércol la constituye el transporte y la distribución de 50 a 70 ton/ha, lo cual resulta costoso.

Abono verde: Significa la siembra de una planta generalmente leguminosa, la cual se desmenuza y se incorpora al suelo antes de alcanzar su madurez, ya que la semilla germinará entre las cañas. Se pueden utilizar varias plantas leguminosas como por ejemplo: frijol terciopelo, chícharo de vaca, ya que presentan la ventaja de fijar el nitrógeno del aire y cubrir al suelo completamente en corto tiempo eliminando las malas hierbas considerablemente. Se debe tener en cuenta que aunque una leguminosa por su incorporación dura de tres a cuatro meses, no es posible sembrar caña el mismo año por lo cual se deberá esperar hasta el cielo lluvioso (Ochse et al, 1982).

En esta región azucarera utilizan algunos fertilizantes foliares para reverdecer a la caña como son:

- ✓ Forticú 4 kilos/ha.
- ✓ Kimford 4 kilos/ha.
- ✓ Sagaquel 5 litros/ha.

#### **8.14. Época de aplicación**

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

Por lo general, se hacen 2 aplicaciones para esta región:

- ✓ Al momento de realizar la siembra de la caña (utilizando Urea)
- ✓ Cuando la planta alcanza una altura aproximadamente de 1.50 m de altura.

#### **8.14.1. Método de aplicación**

El método de aplicar los fertilizantes en esta región es en las zonas de las raíces, lo que se logra poniéndoles en el fondo de los surcos que se abren para la siembra o para él descarne. En ambos casos, el producto debe cubrirse inmediatamente. Por ningún motivo se debe aplicar el fertilizante simplemente encima del terreno o aplicarlo sobre la hoja de las plantas.

#### **8.15. Riegos**

Desde la iniciación de los trabajos de preparación, tanto el productor como el inspector o jefe de zona, deben estar debidamente enterados de las características físicas del suelo en el que se establece la plantación, su profundidad, textura, estructura y pendiente.

Este conocimiento es indispensable pues el manejo y aprovechamiento del agua de riego y humedad almacenada en el suelo, permitirá señalar su uso y frecuencia. El nivel de agua del suelo o manto freático en zonas con drenajes deficientes, debe ser también conocido, pues si este último es superficial, impide el desarrollo amplio y profuso de las raíces que, además de su función de anclaje y soporte de tallos, macollos, constituye la única fuente de comunicación entre los

nutrientes del suelo y el agua con la parte aérea de la planta.

Los suelos delgados requieren del riego con mayor frecuencia que los suelos profundos bien preparados; se debe evitar dejar el riego tendido en las plantaciones establecidas en terrenos con gran pendiente, esto contribuye al arrastro y empobrecimiento del suelo. El productor debe recordar que su plantación necesita disponer de una distribución adecuada de humedad durante todo el año, los trabajos de maduración señalan cuando puede o debe ser suspendido el riego (Aguirre, 1987).

#### **8.15.1. Intervalo entre riegos**

El intervalo entre dos riegos depende, de una parte de las necesidades durante un determinado período y de otra de la cantidad de riego que debemos proporcionar al cultivo, función de las características hidrodinámica del terreno y desarrollo de las raíces.

En promedio, el intervalo entre dos riegos debe ser de una semana en las plantaciones jóvenes y puede llegar de 20 a 30 días (riego por gravedad o surcos) cuando no se presente precipitación alguna.

La frecuencia del riego puede ser controlada considerando las reservas del suelo o examinando el estado de la planta. Los intervalos de riego depende de las necesidades de agua de la planta de caña que depende de la estación, la disponibilidad de agua y la capacidad de almacenamiento de los suelos, en los cuales se desarrolla el sistema de la raíces de la caña ( Zucarmex, 2003).

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 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, deshidrata la caña y forzar la conversión de azúcares reductores a sacarosa recuperable. En este sentido, se reconoce que los primeros riegos deben hacerse después de la siembra 15 días y los subsiguientes con frecuencia entre 15 y 25 días dependiendo el lugar donde se encuentre sembrada y tipo de variedad (Humbert, 1974; Martín, 1987).

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

Cuando se le aplica un riego al momento de la siembra, a los 8 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.

4to. Riego: 8 días después de la siembra

5to. Riego: 30 días después y los siguientes cada 20 días. (Zucarmex, 2003).

### **8.16. Control de las malezas**

El combate y control de las malas hierbas constituyen uno de los problemas que mayor atención requiere el campo cañero –

entendiéndose por mala hierba toda la vegetación que crece en lugar indeseable, ya que compite con la caña por nutrientes, agua, espacio vital, además de que hospeden plagas y enfermedades perjudiciales que ocasionan pérdidas considerables a la producción.

El combate de las malas hierbas puede llevarse a cabo mediante dos sistemas que se emplea en la región cañera Ingenio Pujiltic:

a). Control por medios manuales: Los cuales son recomendables básicamente en la época de secas, sobre todo en cultivos de temporal, ya que se tiene un control más conveniente, efectivo y económico.

El combate y control de las malas hierbas por medio manual en esta región Ingenio Pujiltic, se aplica en las plantillas un promedio general de 2 limpias y/o cultivos y en las socas y resocas de 2 a 3 limpias y/cultivos.

b). Con el uso de herbicidas, o sea con el control químico: El uso de los herbicidas no significa una respuesta con lo que se resuelven todos los problemas; la utilización de estos compuestos químicos es únicamente conveniente cuando:

1). La mano de obra local o regional sea escasa y/o cara.

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

3). La época de lluvias o la aplicación del riego no permitan el control manual y lo único que se haga con éstos sea transplantar las



malas hierbas, sobre todo cuando se trata de zacates.

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

5). Cuando el control químico pre o post-emergente sea más económico que el control manual. Se entiende por aplicación pre-emergente la que se da antes de la nacencia de la hierba, y post-emergente cuando ya ha brotado la misma.

De acuerdo con la aplicación más comúnmente empleados para esta región, las cantidades de agua más apropiados se han estimado los siguientes valores:

MEDIO DE APLICACIÓN	VOLUMEN DE AGUA LITROS/HA.
Tractor con aspersores	De 300 a 400 *
Bombas de mochila de acción manual	De 200 a 300

\* En algunas regiones es utilizado, donde el área es totalmente plana y productores con capital.

Fuente: (Zucarmex, 2003).

Cuadro No. 7. Tipos de herbicidas con sus respectivas dosis/ha que se utilizan en el Ingenio Pujilic:

Herbicidas	Dosis	Uso
Gesaprim	5-6 Kg /ha en 400 lt/ agua.	Pre-emergente
Gesaprim	2 Kg más Gesatop, 2 Kg.	Pre-emergente
Karmex	3 Kg /ha en 400 lt/agua.	Pre-emergente
Gramoxone	3 lt./ha en 400 lt/ agua.	Post-emergente
Gesapax	5 lt./ha. (Monte hojas anchas y zacate chico).	Post-emergente
Nikko	5 lt./ha.	Post-emergente
Cuproester	3 lt./ha.	Post-emergente
Hierbamina	3 lt./ha.	Post-emergente
Cuproquat	3 lt./ha	Post-emergente
Faena	3 lt/ha 400 lt/agua (matar zacate en carriles de caña)	Post-emergente
Cufosato	3 lt./ha	Post-emergente
Colosso	3 lt./ha.	Post-emergente

Insecticidas	Dosis	Uso
Velfuran	20 kg/ha.	Suelo
Culfuran	20 Kg/ha.	Suelo
Furadan	20 kg/ha.	Suelo
Nuvacrón	1 lt/ ha.	Suelo

Fuente:(Zucarmex, 2003)

### **8.17. Control de plagas y enfermedades**

### **8.18. Generalidades**

Para cualquier organismos, las condiciones del medio son de gran importancia; los elementos que lo constituyen facilitan o limitan su adaptabilidad, desarrollo y propagación. Cuando se estudia el medio y sus variaciones, se hace evidente que las causas que lo motivan frecuentemente son desconocidas para el hombre, quien en muchas ocasiones, es responsable directo o influye en mayor o menor grado en la modificación del hábitat, al establecer cambios que afectan al ambiente, tales como los desmontes, cambios hidrológicos al construir presas, mal manejo del agua y del suelo, etc.

Mientras que los elementos del medio son decisivos por sus efectos sobre la producción de azúcar, las plagas y enfermedades que atacan al cultivo son para el productor, agentes perturbadores de un orden preestablecido, que influyen determinadamente en el progreso de las investigaciones y nuevas tecnologías aplicadas al cultivo. Las enfermedades o plagas reductoras de los rendimientos o causantes directas de pérdidas para el cultivo e industria, se han presentado

gradualmente, originando mermas en los rendimientos unitarios que han alcanzado niveles críticos y a causa de éstos, la recuperación obtenida en el campo y en la fábrica son insuficientes para cubrir las inversiones (Sánchez, 1992).

**8.19.** Principales plagas y enfermedades de la caña de azúcar en el Ingenio Pujiltic, Chiapas.

A continuación en el cuadro siguiente se reportan las principales plagas y enfermedades de la caña de azúcar (Zucarmex, 2003).

Cuadro No. 8. Principales plagas y enfermedades de la caña de azúcar

Nombre común y científico	Descripción	Importancia y daños	Época de aparición	Combate y dosis por hectárea
Barrenador del tallo <i>Diatrea considerata</i> Heinr, D. <i>Magnifactella</i> Dyar, D. <i>Saccharalis</i> Fab.	Las larvas son las que realizan el daño. Su tamaño varía de 2 a 3.5 cm, de color blanco sucio.	Perfora el tallo formando galerías en cañas chicas y grande, permitiendo la entrada al muermo rojo.	Todo el año	Nuvacrón 60, 1.5 lt. Prevención: Furadán 20 kg/ha. Verforán 20 kg/ha. Control Biológico ( <i>Trichogramma</i> spp.)
Mosca pinta <i>Aeneolamia postica</i> y otras.	Insecto picador, chupador. Mide aproximadamente 7 a 8 mm de largo por 3.5 a 4 de ancho. La coloración del cuerpo es café oscuro, tienen bandas trasversa— Les amarillas o rojas en - Las alas. La ninfa secreta una sustancia mocoide con la cual se adhiere a la planta.	Los adultos, al succionar la savia de las hojas, inyectan una toxina en el parénquima lo que causa síntomas de clorosis, y secamiento foliar.	Mayo a octubre	Sulfato ferroso 200 lt/agua Con fertilizante foliar. Furadán 1.5 lt. Trampas con pegamento stiken. Malathión 4% cubriendo bien la cepa de polvo. Sevin 80 a 400 litros de agua.
Carbón <i>Ustilago scitamínea</i> Syd.	Formación de un "látigo" carbonoso en el cogollo. Tallos delgados con hojas cortas y rígidas. Brotes de yemas laterales produciendo "látigos". Brotes distorsionados y yemas múltiples. Cepas zacatosas.	No hay distribución uniforme en el cultivo. No todos los tallos de una cepa o lote son atacados simultáneamente.	Febrero a julio	Curfuran 1 lt con fertilizante foliar.
Chinche de encaje <i>Leptodictya fabida</i> H:S:	Hemíptero aplannado con alas simitransparentes, sus nervaduras parecen finos encaje. El adulto mide de 3.5 mm de largo por 1 de ancho.	Los adultos y las ninfas se pegan a las hojas de la planta succionando su savia. Se producen manchas cloróticas que se vuelven café rojizo.	Febrero a octubre	Malathión 1000 E 1.0 lt

Continuación ..... Cuadro No. 8

Nombre común y Científico	Descripción	Importancia y daños	Época de aparición	Combate y dosis por hectárea
Pulgón amarillo Siphaflava forbes	Éste áfido presenta dos formas: la invernante, que Es alada en caso de machos y la otra que es áptera en ambos sexos, de aspecto limón brillante y forma oval.	Ocasionalmente provoca pérdidas de consideración. Las hojas dañadas se tornan amarillente, retrasando el crecimiento de la planta y secando las puntas de las hojas.	Febrero a agosto	Nuvacrón 1.5 lt Malathión 30 kilos/ha al 4%.

Fuente: (Zucarmex, 2003).



## **8.20. Manejo del *Trichogramma spp.* en el combate de plagas**

Una parte del Control Biológico se refiere a la utilización de parásitos, patógenos y predadores que atacan a diferentes formas biológicas de insectos, ácaros, etc., que son nocivos a las plantas cultivadas.

Algunos insectos benéficos actúan como predadores al atrapar la plaga para devorarla; otros ponen sus huevecillos sobre los insectos perjudiciales o en su interior, desarrollándose la cría como parásito lo que termina por matar al insecto-plaga.

Unos y otros parásitos y predadores, destruyen a las plagas ayudando a disminuir su índice de infestación, lo que permite recurrir al control químico solo cuando es absolutamente necesario.

El más importante de estos insectos benéficos, es la avispa denominada *Trichogramma spp.*, que destruye a un gran número de insectos, como:

- ✓ Gusano barrenador de la caña
- ✓ Gusano elotero o bellotero
- ✓ Gusano falso medidor
- ✓ Barrenador de maíz
- ✓ Gusano medidor



### **8.21. Generalidades sobre el parásito**

Este es un insecto que deposita sus huevecillos en el interior de los huevecillos de otros insectos. Es más pequeño que la hospedera y necesita uno solo para completar su desarrollo larvario, tiene marcada preferencia por los de mariposa y palomilla, este insecto se localiza en todo el mundo.

Las diferentes especies de *Trichogramma spp.* probablemente han sido los parásitos más cultivados por el hombre.

### **8.22. Características del género *Trichogramma spp.***

Es de tamaño casi invisible, mide aproximadamente 0.8 – 1 mm, en el macho y 0.6 – 0.8 mm, en la hembra. Sus dimensiones varían dependiendo de las cantidades de alimento que dispuso durante su desarrollo embrionario.

La colocación de su cuerpo es muy variable, de tal manera que se pueden encontrar negros, cafés, amarillos o bien la combinación de estos colores en una sola especie.

### **8.23. Hábitat**

Es de hábito diurno, en su estado adulto se alimenta del néctar de algunas flores, su mayor actividad parasítica es realizada en los días tibios con humedad relativa ligeramente alta.

Para inducir el control biológico por parásitos de huevecillos, es necesario además del conocimiento de la biología del parásito, tener

información del hábito de oviposición del hospedero, considerando que la sincronización del parásito es factor fundamental para llevar a cabo una buena colonización en el campo.

#### **8.24. Como actúa el *Trichogramma spp.***

En su estado adulto la hembra oviposita dentro del huevecillo de la palomilla, al emerger la larva parásita se alimenta del contenido destruyendo al huevecillo, para luego emerger el *Trichogramma spp.*, en estado adulto y continuar así la propagación de su especie.

##### **8.24.1. Ciclo biológico**

El ciclo biológico varía de 14-15 días y esto va en función de la temperatura del medio ambiente.

#### **8.25. Distribución de *Trichogramma spp.* a nivel de campo.**

Los *Trichogrammas* se envían al campo en bolsas de papel ranuradas, las cuales llevan en su interior una lámina de cartoncillo de aproximadamente de 1 a 10 pulgadas. Que contiene en promedio 30,000 huevecillos de palomilla de los granos, parasitados en un 80%, y de este material biológico emerge la mayor parte el día de su liberación.

La liberación de *Trichogrammas spp.*, se realiza en forma terrestre a campo abierto, tomando en cuenta la dirección predominante de los vientos en la zona, aprovechando así que, grandes superficies sea distribuido en forma natural.

El trabajador o liberador marcará del borde del cultivo dependiendo la superficie de caña que sea hacia adentro de 20 a 30 metros ó pasos y determinará 2 ó 3 líneas imaginarias paralelas, cada línea será una ruta de liberación, en la cual se repartirán las bolsas con los *Trichogrammas*.

Las bolsas deberán distribuirse uniformemente en todo el terreno, colocándolas en los tallos de las plantas.

#### **8.26. Recomendaciones para el buen uso de *Trichogramma spp.***

- ✓ Iniciar las liberaciones cuando las plagas inicien las posturas de huevecillos en los cultivos.
- ✓ Asegurarse que el material biológico (*Trichogramma spp.*) vaya emergiendo.
- ✓ Las liberaciones deben efectuarse en las primeras horas de la mañana para evitar las altas temperaturas.
- ✓ Es conveniente liberar bajo condiciones de campo favorables como ausencia de lluvias y vientos muy fuertes.
- ✓ No se debe liberar en cultivos recientemente tratados con insecticidas.
- ✓ El material biológico debe quedar protegido de los rayos solares y del ataque de predadores (hormigas).
- ✓ Para el mejor aprovechamiento de *Trichogramma spp.*, el

agricultor al recibirlos deberá colocarlos inmediatamente dentro de su cultivo.

**Observación:** Se debe colocar la bolsa en forma horizontal, procurando que quede prensada entre el tallo y las hojas para que el viento no la tire.

## **IX. COSECHA**

### **9.1. Generalidades.**

La recolección o "zafra", en esta zona azucarera Ingenio Pujiltic, es la fase principal de todo el cultivo de la caña de azúcar, por su duración, por los medios naturales y humanos movilizados, y por su necesaria organización.

La palabra "cosecha", está definida en la agricultura como el acto de recolectar el fruto. En la rama cañera se utiliza además la palabra "zafra", para definir el periodo de tiempo que dura la cosecha de la caña. Como se observa, estos dos conceptos se relacionan con el mismo proceso, pero una se refiere a la recolección y el otro al período que demora ésta.

Es en la industria donde se logra el objetivo de todo este proceso, la extracción de azúcar; pero es en la calidad de las labores culturales donde se logra que éstas cañas tengan la mayor cantidad de azúcar posible (Martín Oria, 1987).

En diversos estudios que se realizan en Laboratorios Químico de Campo del Ingenio Pujiltic, se ha demostrado que en la primera etapa de zafra (Noviembre 1º a diciembre 15), las cepas con más edad (hasta 13 meses), para una misma variedad, alcanzan mayor contenido de sacarosa.

El análisis de estos estudios ha evidenciado en todas las variedades estudiadas, los siguientes principios:

- ✓ En diciembre y enero, la mayor madurez corresponde con la mayor edad, hasta 20 a 22 meses.
- ✓ En febrero, no hay relación de la madurez con la edad, en cañas entre 12 y 13 meses de edad.
- ✓ En marzo y abril, se produce un deterioro de las cañas a partir de una edad superior de 20 a 25 meses, por lo que es conveniente cortar cañas con edades entre 11 y 13 meses.

Una buena cosecha exige la obtención, por parte del cañero, a continuación se describe algunos factores a seguir por parte del Ingenio Pujiltic durante la cosecha:

- 1). Supervisar cuidadosamente todas las operaciones de cosecha.
- 2). Preparar con anticipación el campo para la cosecha y para el acceso de los equipos de transporte.
- 3). Quemar sólo la caña que se cortará y transportará al día siguiente y conforme a la cuota asignada.
- 4). Cortar la caña, al ras del suelo.
- 5). Despuntar bien la caña al aire.
- 6). Quitar las hojas, las yemas brotadas y mamones.
- 7). Voltear o hacer manojos para el levante de caña.

8). Entregar caña limpia, libre de puntas, mamones, tierra y piedras.

9). Entregar caña fresca: la demora entre el corte y arribo al batey, no debe ser mayor de 24 horas para caña entera.

Algunos productores cañeros de esta zona tienen la idea equivocada acerca de que entre más húmeda y con más basura vaya la caña al batey, obtendrá mayor peso y mayores ganancias, pero esto ya no funciona, ya que la caña que se entrega a la fábrica se paga basándose en el peso y cantidad de azúcar que se extraiga de la misma, y si la humedad es alta la cantidad de azúcar extraíble baja, por lo tanto, será menos lo que se pagará por esta.

Con respecto a la basura, el inspector tiene la obligación de vigilar que vaya la caña libre de impurezas, si a esta se le llegara a pasar en el batey existe vigilancia. En el caso de ir con basura se le hace un descuento del 5% (Zucarmex, 2003).

Para una buena cosecha se requiere extraer los tallos de caña lo más limpio posible, teniendo en cuenta el proceso productivo del central, éste admite hasta 3% de materias extrañas, como límite máximo para poder realizar un buen proceso de extracción del azúcar a la caña. Como consecuencia de esto, existe los llamados "despalillos" que son un muestreo de todas las cañas que se envían al central, para determinar los porcentajes de materias extrañas que recibe el mismo, con 2 objetivos fundamentales:

1). Poder facturar la caña neta entregada para realizar su cobro.

2). Realizar los esfuerzos necesarios para disminuir el envío de materias extrañas para las distintas tecnologías de corte.

Las muestras se toman en los centros de acopio y en el basculador (en éste último, a las cañas que procedan del tiro directo y las grúas). Los despallillos se efectúan en el central por especialistas de la industria y la agricultura ( Martín Oria, 1987).

## **9.2. Índice de cosecha**

Se recomienda los siguientes métodos analíticos de Laboratorio Químico de Campo para conocer la madurez de la caña de azúcar entre ellos se determinan ( Brix, Sacarosa, Pureza y Fibra % caña).

El objeto de este análisis, es conocer en un momento dado la concentración y determinarle Brix, sacarosa, pureza, porcentaje de azúcares reductores (glucosa) y el índice de madurez de los jugos de la caña de azúcar, todo esto es con el propósito de establecer el sistema de programación de corte por madurez. Se hacen tres puntos de muestreos, en nueve cañas de nueve matas distintas, dependiendo cuantas hectáreas contenga la parcela, en forma total de muestrear son 27 cañas por área de muestreo.

## **9.3. Método Pol-ratio**

Este método se utiliza para conocer su análisis, en el control de sazonado y la maduración, es decir, estas dos actividades incluyen: la programación de cortes y control de los riegos.



#### A.- Preparación:

La muestra provenientes del campo ex profeso para estas determinaciones, se procede a picarla en una desfibradora con un rotor conteniendo 100 discos, la muestra se desfibra más fácil por pares de cañas encontradas una con otra (punta tierna contra las sección basal ).

Seguidamente se procede a mezclar perfectamente el material picado para luego tomar una porción, de la cual se ha de pesar la muestra para su procesamiento analítico.

#### B.- Secuencia Analítica:

1.- Pesar exactamente 400 gr de la muestra picada en una balanza eléctrica de torsión de pesada rápida, transferir esta muestra a un vaso de licuadora industrial marca Waring o Lujan y agregar 1 litro de agua y licuar durante 5 minutos

2.- Después de la licuefacción, prensar o exprimir la muestra para obtener el jugo diluido, mismo que ha de analizarse para la obtención de Brix, pureza, sacarosa.

3.- Verter la fibra contenida en el vaso, juntamente con la que quedó adherida a las aspas de la licuadora y la que se encuentra en el embudo de la filtración, a una charola fabricada con tela de centrifuga o de filtros rotativos de cachaza. Lavar esta fibra con chorro de agua de la llave seguidamente aplicar presión a esta fibra por medio de una prensa hidráulica o neumática, o utilizar una prensa manual; posteriormente se lleva esta muestra a una estufa para su secado hasta

peso constante, a una temperatura de 80° C. Así mismo, este método se utiliza para determinar la humedad de los canutos sección 8,9,10 de la punta del tallo de la caña. Estas secciones de la caña se hacen cortes "rodajas" de la parte media de los canutos con 100 gr por muestra se pone en la estufa durante 18 horas para determinar la humedad. Al 70-80% está lista para cosecharse la caña.

**Procedimiento que se hacen en el Laboratorio de Análisis de Campo para el Control de sazonado de la caña de azúcar.**

Fig. 5. Muestreo en el campo

Fig. 6. Análisis de barrenado, picado y pesado de la muestra

Fig. 7. Haciendo cortes de rodajas de la sección 8-10 de la caña

Fig. 8. Área de análisis reductores del sazonado de la caña

Fig. 9. Área de análisis del Brix y Pureza

Fig. 9. Horno para determinar la humedad de la sección 8-10

#### **9.4. Preparación del campo antes del corte**

Las siguientes operaciones se deben de efectuar antes del corte:

- ✓ Si la parcela es de riego, el último riego antes del corte debe darse con suficiente anticipación para que, todo el campo tenga un piso suficientemente sólido y seco para el paso de la máquina y transporte, las plantas de caña tengan una humedad y logren su madurez óptima.
- ✓ La parcela debe de estar libre de malezas tanto en los surcos como en las guardarrayas.
- ✓ Los accesos de los caminos hasta el interior del campo deben

arreglarse, para el libre tránsito de tractores, máquinas y camiones.

- ✓ Las guardarrayas y los linderos con otras parcelas deben observarse y cuidar que estén limpias y en condiciones que el fuego al quemar el cañaveral no se transmite a los campos vecinos.

## **9.5. La quema del cañaveral**

La caña se quema generalmente para facilitar y hacer más económica la cosecha, pues el rendimiento del cortador es mayor que con caña cruda.

De preferencia las quemas deben hacerse por la noche o en la madrugada y en horas que no haya viento, se deben tener en cuenta callejones y guardarrayas perfectamente limpios para evitar que el fuego se propague, se debe empezar a quemar rodeando la parcela y haciendo contra fuegos.

Este trabajo requiere de varias personas con experiencia, las mismas que vigilaran hasta que el fuego se haya extinguido.

### **9.5.1. El corte de la caña**

El corte de la caña se debe hacer al ras del suelo para evitar esa parte del tronco de la caña, que generalmente queda, se aproveche al mismo tiempo; se ahorre el destronque o se haga más económico.

En la caña quemada siempre quedan algunas con hojas que no

logran quemarse; estas hojas se deben quitar con el machete para entregar un producto sin paja.

## **9.6. Métodos de cosecha**

La cosecha se puede efectuar manual y mecánicamente.

A continuación se describen los tipos de cosechas que se utilizan en esta región azucarera del Ingenio Pujiltic, Chiapas.

### **Cosecha manual:**

Se corta al ras del suelo porque es en la base de los tallos donde se encuentran la mayor cantidad de sacarosa. Los tallos se despajan y se despuntan, la caña debe de cargarse sin basura, sin tierra y no se debe quedar cortado en el campo más de 24 horas, porque pierde peso y calidad industrial. Cuando únicamente se verifica el corte de la caña y el alza de la misma, cuando se habla de cosecha manual es llamado "corte y alza", nos referimos a trabajadores cargando la caña de azúcar en camiones para así dirigirse al batey para su proceso; el promedio de corte se eleva de 3 a 4 ton/día por hombre, en función del estado de la caña ( Aguirre, 1987).

**Las normas técnicas de corte manual permiten disminuir el contenido de materias extrañas en las cañas enviadas al central, es así que tenemos los siguientes puntos:**



- ✓ El área donde se vayan a formar las pilas se deben limpiar, para eliminar todo residuo de pajas, piedras, etc.
- ✓ Antes de efectuar el corte, se le quitará la paja al plantón.
- ✓ El corte arriba se hará evitando dejar caña en el cogollo o cogollo en la caña.
- ✓ Las cañas, antes de ser apiladas, deben estar con limpieza requerida.

Fig. 10. Corte manual

Fig. 11. Corte y alce

### **Cosecha mecánica:**

En este punto de cosecha mecánica viene siendo el mismo proceso que lo manual, sin embargo, aquí se utiliza una alzadora que levanta la caña tirada que se encuentra en el campo, este alza la caña a un camión hasta llenar y es transportado a la central "batey", es por eso que llamamos cosecha mecánica.

Fig. 12. Alce mecánico

### **9.7. Transportación de la caña**

La transportación de la caña de azúcar al batey es de forma directa, es decir, del campo al ingenio, que viene siendo por medio de camiones o sea que hay una máquina en el campo que levanta la caña al camión y este es transportado hacia al batey.

### **Acarreo directo al Batey**

Generalmente se hace por medio de camiones de distinto tipo y capacidad. El cálculo para estimar el número de unidades en el acarreo es muy importante, ya que de su control depende la fluidez y eficiencia de la transportación.

- ✓ Camiones cortos (rabones)

**Los camiones con carga manual varían en su capacidad de 10 a 13 ton de caña por viaje, con una media general de 12 ton. Según las distancias de acarreo, estado de los caminos. El número de viajes por día de zafra varía en promedio de 2, por lo cual se tomarán 2 a 3 viajes las 24 horas y un promedio de acarreo de 24 a 36**

**toneladas por día. La eficiencia se considerará en 98%, por todas las unidades que se ponchan, se voltean, o sufren descomposturas, así como también por fallas humanas, especialmente del chofer. Por lo cual se tienen algunas estimaciones:**

Transportación diaria estimada:	24 a 36 ton de caña.
Eficiencia en el acarreo:	98%
Transportación efectiva estimada por día:	24 ton de caña.

✓ Camiones Thorton

Su capacidad de carga, según el estado de la caña y el acomodo de los bultos, varía por lo general de 15 a 17 ton por viaje, la eficiencia se estima de 98%, y los viajes por día de 2 a 3, según el estado del camino y la fluidez en su carga y descarga en el batey. Por lo cual se tienen algunas estimaciones:

Carga media por viaje:	16 ton.
Número medio de viajes por día:	2 a 3
Eficiencia en las unidades:	98%
Carga media efectiva por día:	32 a 48 ton.



Fig. 13. Vista general del batey

## **X. USO E INDUSTRIALIZACION DE LA CAÑA DE AZUCAR INGENIO PUJILTIC, CHIAPAS.**

### **10.1. Uso de la caña**

La caña nos proporciona una gran variedad de productos a través del procesamiento de la misma y entre los cuales tenemos los siguientes:

- Alimentación para animales (bagazo)
- Melaza
- Cachaza
- Alcohol
- Fertilizantes
- Combustible
- Celulosa
- Papel filtro Kraft

## **10.2. Industrialización**

La caña de azúcar ha sido sin lugar a dudas uno de los productos de mayor importancia para el desarrollo comercial nacional e internacional. El azúcar se consume en todo el mundo, puesto que es una de las principales fuentes de calorías en las dietas de todos los países.

El azúcar puede obtenerse principalmente a partir de la caña de azúcar y la remolacha azucarera. Para su obtención se requiere de un largo proceso, desde que la semilla de caña germina hasta que el azúcar se comercializa nacional e internacionalmente. A continuación se describen más detalladamente el proceso en la fábrica.

### **Labores de campo y cosecha**

El proceso productivo se inicia con la preparación del terreno, etapa previa de la siembra de la caña. Una vez la planta madura entre los 12 y 14 meses, las personas encargadas del área de cosecha se disponen a cortarla y recogerla a través de alce manual y mecánico y llevarla hacia los patios ó batey de caña del ingenio azucarero.

## **Patios ó Batey de caña**

La caña que llega del campo, para su molienda fue previamente muestreada para determinar las características de calidad y el contenido de sacarosa, fibra y nivel de impurezas. Luego se pesa en básculas y se conduce a los patios donde anteriormente se almacenaba y actualmente se dispone directamente en las mesas de lavado de caña para dirigirla a una banda conductora que alimenta los juegos de cuchillas.

## **Preparación de Caña**

Los juegos de cuchillas son unos ejes colocados sobre los conductores accionados por turbinas, provistos de cuchillas giradoras que cortan los tallos y los convierten en astillas, dándoles un tamaño más uniforme para facilitar así la extracción del jugo en los molinos.

## **Molienda**

La caña preparada por los juegos de cuchillas, pasa por una desfibradora para que su preparación sea más efectiva y llega a un tándem de molinos, constituido cada uno de ellos por cuatro mazas metálicas y mediante presión extrae el jugo de la caña. Cada dos molinos están equipados por una turbina de alta presión. En el recorrido de la caña por el molino se agrega agua, generalmente caliente, para extraer al máximo la cantidad de sacarosa que contiene el material fibroso. Éste proceso de extracción es llamado "maceración". El bagazo

que sale de la última unidad de molienda se conduce a las calderas como combustible, produciendo el vapor de alta presión que se emplea en las turbinas de los molinos.

### **Pesado de jugos**

El jugo diluido que se extrae de la molienda se pesa en básculas con celdas de carga para saber la cantidad de jugo y sacarosa que entra en la fábrica.

### **Clarificación**

El jugo obtenido en la etapa de molienda es de carácter ácido (pH aproximado de 5.2), éste se trata con lechada de cal, la cual eleva el pH con el objetivo de minimizar las posibles pérdidas de sacarosa. La cal también ayuda a precipitar impurezas orgánicas o inorgánicas que vienen en el jugo y para aumentar o acelerar su poder coagulante, se eleva la temperatura del jugo encalado mediante un sistema de calentadores. La clarificación del jugo se da por sedimentación; los azúcares se precipitan en forma de lodo llamado cachaza y el jugo claro queda en la parte superior del tanque, generalmente en todos los ingenios se utiliza este coagulante que es llamado "separam". Éste jugo sobrante se envía a los evaporadores y la cachaza sedimentada que todavía contiene sacarosa pasa a un proceso de filtración antes de ser desechada al campo para el mejoramiento de los suelos pobres en materia orgánica.

### **Evaporación**

Aquí se comienza a evaporar el agua del jugo. El jugo claro que



posee casi la misma composición del jugo crudo extraído (con la excepción de las impurezas eliminadas en la cachaza) se recibe en los evaporadores con un porcentaje de sólidos solubles entre 15 y 17% y se obtiene una melaza o jarabe con una concentración aproximada de sólidos solubles del 55 al 60%.

Éste proceso se da en evaporadores de múltiples efectos al vacío, que consisten en una solución de celdas de ebullición dispuestas en serie. El jugo entra primero en el preevaporador y se calienta hasta el punto de ebullición. Al comenzar a ebullición se generan vapores los cuales sirven para calentar el jugo en el siguiente efecto, logrando así un menor punto de ebullición en cada evaporador. En el proceso de evaporación se obtiene el jarabe o melaza.

### **Cristalización**

La cristalización se realiza en los tachos, que son recipientes al vacío de un solo efecto. El material resultante que contiene líquido (miel) y cristales (azúcar) se denomina masa cocida. El trabajo de cristalización se lleva a cabo empleando el sistema de tres cocimientos o templeas para lograr la mayor agotamiento de meladura o mieles.

### **Centrifugación**

La masa pasa por las centrifugas, máquinas en las cuales los cristales se separan del licor madre por medio de una masa centrífuga aplicada a tambores rotatorios que contienen mallas interiores. La miel que sale de las centrífugas se bombea a tanques de almacenamiento para luego someterla a superiores evaporaciones y cristalizaciones en los tachos. Al cabo de tres cristalizaciones sucesivas se obtiene una

miel final que se retira del proceso y se comercializa como materia prima para la elaboración de alcoholes.

## **Secado**

El azúcar húmeda se transporta por elevadores y bandas para almacenar las secadoras que son elevadores rotatorios en los cuales el azúcar se coloca en contacto con el aire caliente que entra en contracorriente. El azúcar debe tener baja humedad, aproximadamente 0.05%, para evitar la formación de terrones.

## **Enfriamiento**

El azúcar se seca con temperatura cercana a 60°C, se pasa por los enfriadores rotatorios inclinados que llevan al aire frío en contracorriente, en donde se disminuye su temperatura hasta aproximadamente 40-45°C para conducirse al envase.

## **Envase**

El azúcar seca y fría, llega a las básculas para dar pesadas exactas de 50 kilogramos por carga. Estas básculas están provistas de totalizadores y contadores eléctricos de registro. El azúcar pesado se descarga directamente al saco. Después de verificar el peso del azúcar, se conduce a la máquina cosedora, el saco se cierra con hilo de algodón y listos para ser conducidos a la bodega de producto terminado para su posterior venta y comercio.

### **10.3. Subproductos**

#### **Melaza ó Miel Final**

La melaza ó miel final 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 está constituida por sacarosa, dextrosa, lebulosa, ceras, proteínas, etc. La melaza se emplea para la alimentación animal, como suplemento de otros alimentos, también para producir alcohol, bebidas, aguardientes, vinagre, etc.

#### **Bagazo**

Es el residuo fibroso de la caña, que se obtiene después de extraerles el jugo. El bagazo está constituido por: 48.7% de fibra, 49% de humedad y 2.3% de sólidos solubles. El bagazo se utiliza en los ingenios como combustibles, para generar vapor requerido en el proceso de industrialización de la caña (Aguirre, 1987; Zucarmex 2003).

### **10.4. Tipo de azúcar en el Ingenio Pujiltic:**

El azúcar que se clasifica en el Ingenio Pujiltic es:

#### **♦ Moscabado o morena**

Se produce en cristales de mayor tamaño y conserva una película de melaza que envuelve cada cristal.

Otra clasificación de azúcar es el siguiente:

✓ **Estándar**

Azúcar granulada, blanca refinada para consumo humano.

### **10.5. Almacenamiento.**

En el Ingenio Pujiltic, para el almacenaje se utiliza tolvas de acero, estructuras circulares en sacos que se concentra con dos bodegas de almacenamiento con una capacidad de 35,000 toneladas. Una que contiene 600,000 y la otra 400,000 sacos de 50 kilogramos.

El azúcar es llevado por bandas transportadoras hacia la bodega, se almacena en forma de estibas, con un ambiente fresco y

relativamente húmedo para que no pierda su humedad del 0.05% y se endurezca, donde se utilizan ventiladores de aire caliente. El azúcar debe de envasarse en bolsas de plástico impermeable a la humedad.

El azúcar se vende al mercado doméstico y regional. Algunos estados que abastece este ingenio son:

- Tabasco
- Cancún
- Chiapas
- Cd. de México
- Sinaloa, entre otros estados.

En algunos casos también se exporta el azúcar que se produce en este Ingenio Pujiltic (Zucarmex, 2003).

## **XI. CONCLUSIONES**

La importancia de la producción de la caña de azúcar en el estado de Chiapas y de manera específica en la zona de influencia del Ingenio Pujiltic y en el mundo, representa uno de los más importantes desde el punto de vista socioeconómico, constituyendo el azúcar un alimento indispensable debido a los hábitos de alimenticios de la humanidad y como una fuente de calorías.

Por otro lado, a consecuencia de la aparición de plagas y enfermedades que atacan y afectan al cultivo, han aumentado las pérdidas que se generan durante el proceso industrial por la inestabilidad química y control que lleva los azúcares crudos y mieles.

Del mismo modo, también podemos mencionar para el establecimiento del cultivo, es necesario que los productores adopten las medidas recomendadas, para eficientizar las labores encaminadas a la producción de la materia prima, selección de variedades, las siembras, control de plagas y enfermedades y la cosecha.

El empleo de variedades mejoradas, híbridos, podría ser una alternativa a la demanda de azúcar, pudiéndose hacer las recomendaciones necesarias en el empleo de variedades adaptadas para cada región, tomando en cuenta las características climáticas-edáficas y así disponer de cultivos de alta producción.

Este cultivo es la base de una industria alimenticia y química, cuya avanzada tecnología exige constante investigación científica en los campos agronómicos, químico, mecánico, genético, bioquímico, nutricional y social, para lo que se refiere la participación activa de técnicos especialistas, con el objeto de mantener la industria "Zucarmex", en posición competitiva a nivel nacional, mundial como internacional.

En este trabajo se desarrollaron temas de interés acerca del cultivo de la caña de azúcar para el Ingenio Pujiltilic, con el propósito fundamental de difundir los elementos que más requiera el técnico cañero y todas las personas que en forma directa o indirecta están relacionadas con la industria azucarera, a fin de facilitar la información

acerca de la caña de azúcar. Esperando en cuenta que sea de gran ayuda a todas aquellas personas interesadas sobre el cultivo de la caña de azúcar.

## **XII. ANEXOS**

### **GLOSARIO DE TERMINOS REGIONALES APLICADOS A LAS LABORES DE CAMPO EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR EN EL INGENIO PUJILTIC, CHIAPAS.**

---

<b>LABORES</b>	<b>DESCRIPCION</b>
----------------	--------------------

---

**ACAMADA** Se dice así de las cañas "echadas o inclinadas por el viento o porque crecieron de cultivos que las mantienen erectas.

ACARREO	Acción de llevar la caña de la parcela al patio del molino. Para el acarreo se usan camiones de diferentes capacidades como es rabones y thorton.
ALZA	Acción de levantar del suelo la caña cortada, acomodándola en el camión cañero. Se puede alzar a mano o con alzadoras mecánicas (cargadoras), cuyo empleo se está extendiendo en muchos ingenios.
ANDADORES O CALLEJONES	Fajas de terreno paralelas o los bordos de riego o drenaje que permiten la movilización de maquinaria e implementos.
APORQUE	Cultivo con arado de doble vertedera o con bordeadora de discos, que acercan la tierra al hilo la caña.
BORDEAR	Reforzar con tierra determinados surcos para elevarlos y facilitar el riego rodado o por inundación.



CANAL PRINCIPAL	Canal que conduce el mayor volumen de agua y que alimenta a otros canales que derivan el agua hasta el terreno sembrado de la caña.
CANALIZAR	Hacer la caja o sección en regaderas o canales.
CEPA	Conjunto de tallos y raíces de la planta que se encuentran anclados y cubiertos por el suelo. Porción de tallos subterráneo de la caña.
CHAPOLEO	Acción de cortar la yerba o maleza a ras del suelo y permite limpiar el terreno que se va a preparar para la siembra; en terrenos planos y libres de piedra , esto puede hacerse con chapeadora (desvaradora) tirada por tractor. En ocasiones este trabajo se efectúa con rastras y tractor incorporando la hierba al suelo.
CORTADILLOS	Se le llama también "sangrías", se hacen con palas y sirven para dar salida de las parcelas a el agua de lluvia excedente de riego.
COSECHA	Acción de cortar la producción de campo cruda o quemada, con machete al ras del suelo, eliminando el follaje y la parte

tierna o cogollo. Cuando se realiza mecánicamente, las cortadoras efectúan la cosecha cortando simultáneamente la base y la punta o parte tierna del tallo; pueden también levantarla y entregarla directamente a los camiones. Para utilizar alzadoras de caña, es indispensable planear y trazar la plantación, antes de su establecimiento, trazo que abarata la operación.

#### CULTIVO

Se aplica este término a diversas labores de campo como aporque, pasos de arado, pasos de cultivadora; la labor consiste en remover la capa superficial del suelo con diferentes implementos mecánicos, separando o acercando tierra a las plantas.

#### DESENRAICE

Cortar y sacar raíces que quedaron al desmontar; se efectúa con maquinaria o manualmente.

#### DESMONTE

Quitar o eliminar con machete o maquinaria la vegetación en tierras nuevas o vírgenes que se prende incorporar al cultivo.

#### DESPALICE

Sacar fuera del terreno troncos y ramas cortadas al desmontar.

DESTRONQUE	En el cultivo de las socas, este trabajo es el primero que se verifica y consiste en la acción de cortar los trozos de tallo que el cortador deja en el campo al no verificar el corte de la cosecha al ras del suelo. Se lleva a cabo con maquinaria o manualmente.
DREN	Canal para eliminar los excedentes superficiales e internos del agua de riego o de lluvia.
ESCARDA	Cultivo superficial con cultivadoras de dientes escarificadores cortos o largos, llamados cinceles o ganchos.
FERTILIZAR	Acción de aplicar el fertilizante antes o después de la siembra, o durante el cultivo. Siembra de nutrientes o elementos que utilizará la planta como alimento durante su ciclo vegetativo. Se puede efectuar esta operación con maquinaria o manualmente. La aplicación de fertilizantes en forma líquida o gaseosa, se efectúa con maquinaria diseñada especialmente para tal efecto.
LIMPIA	Acción que permite eliminar maleza o malas hierbas dentro de la plantación,

utilizando maquinaria o implementos adecuados, azadón, machete, pala o coa. Eliminación de malezas entre los surcos de la caña.

#### LIMPIA DE SEMILLA

Acción de limpiar la semilla quitando vainas y hojas de los tallos. Este trabajo permite seleccionar la semilla, separando las porciones dañadas.

#### MELGA

Doble surco que divide el campo sembrado; generalmente se establece a 40 metros de distancia. Se usa también como regadera y drenaje interno del campo.

#### NIVELACION

Emparejar o nivelar pequeñas depresiones del terreno siguiendo la pendiente natural del terreno.

#### PICADA

Cortar los tallos de caña en trozos que se utilizarán como semilla. Este trabajo puede efectuarse fuera del campo o en el surco.

#### PRIMER BARBECHO

Roturación del suelo con arado o con rastra pesada. En agricultura avanzada y terrenos no pesados por su textura no se emplean rastras pesadas para roturar el suelo en sustitución del arado de discos o vertedera.

QUEMA	Terminar de limpiar el terreno quemando los residuos de limpia o desmonte. Se aplica también a quemar la caña para dejarla libre de hojas y cortarla para entregarla al molino.
RASPADILLA	Limpiar a mano, con azadón o con pala, las hileras de caña; se usa en caña planta o en socas.
RASTREO	Mullir el suelo con rastra de discos, rastra de ramas, cuadro o rastra de tablón, después del último barbecho.
REGADERA	Surco que se utiliza para conducir el agua de riego dentro del campo.
RESIEMBRA	Acción de sembrar nuevamente en parte de los surcos donde la semilla ha fallado o no ha germinado.
RESOCA	Se usa generalmente el término resoca para la segunda soca o sea caña que va a sufrir su tercer corte; caña que está en su tercer ciclo.
RIEGO	Aplicación del agua por gravedad (riego rodado) o por aspersión, durante el ciclo vegetativo de la planta.

RIEGO DE ASIENTO	Primera aplicación del agua de riego al terreno recién sembrado. Se puede hacer por inundación, por surco y por melgas o tajos.
SEGUNDO BARBECHO	Remoción o volteo de la tierra con arado o rastra pesada en sentido transversal u oblicuo al primer barbecho.
SEMILLA	Comercialmente se denomina semilla de caña a los trozos de tallo que se colocan en el surco durante la siembra. La semilla verdadera de la caña desarrolla en la espiga después de la floración del tallo.
SIEMBRA	Colocar la caña entera o en trozos a mano o con máquina dentro del surco.
SOCA	Al cortarse la caña planta, queda en el suelo la cepa que posteriormente emite nuevos tallos y raíces que constituyen la soca. El segundo ciclo o soca es una plantación de caña que va para el segundo corte, cuyo cultivo es semejante al de la plantilla. Al pasar de un ciclo a otro ( de un año a otro ), va aumentando el número de cortes de caña en la misma área; sucesivamente va pasando a soca (1)

(Resoca), soca (2) (Resoca 1), etc., hasta que la permanencia de la plantación deja de ser económicamente costeable en el terreno.

#### SUBSOLEO

Remover el suelo a una mayor profundidad que el barbecho. Generalmente ejecutan trabajos de 30 a 80 centímetros de profundidad para mejorar aireación y drenaje interno del suelo.

#### SURCADO

Traza del surco con arado abriendo la tierra a ambos lados, para depositar la semilla en el fondo del mismo.

#### TAPADO

Acción de cubrir la semilla de caña con tierra suelta. Se efectúa manualmente o con maquinaria.

#### TERCER BARBECHO

Esta labor de movimiento superficial del suelo se efectúa cuando los barbechos anteriores quedaron defectuosos por excesiva humedad o por texturas muy arcillosas.

#### VOLTEO

Es la acción de barbechar la parcela para destruir toda la cepa vieja e incosteable, lo que permite labrar el terreno para volverlo a sembrar.

Fuente: López, 2002.

### **XIII. BIBLIOGRAFIA**

Aguirre, I.F. 1987. Monografía. Cultivo de la Caña y sus Principales Varietades. UAAAN. pp. 87-89, 99-102.

Amaya, C.P. 1998. Monografía. El Cultivo de la Caña de Azúcar y los Daños Causados por Roedores. UAAAN. pp. 5-8, 15,16,20-27, 49-53.

Benvenuti, G.J.A. 1981 Prueba de Adaptación y Rendimiento de 14 Va-



riedades de Caña de Azúcar para el área de influencia del Ingenio "Hermenegildo Galeana" de Tenocique, Tabasco. – Tesis Profesional. UAAAN. pp. 7-10.

Cabrera, A.F. 1944. Monografía del Estado de Morelos relacionada en el Cultivo de la Caña de Azúcar en el Distrito Zacatepec. Tesis Profesional. UACH. pp. 50-53, 56-85.

\_\_\_\_\_ Centro de Reproducción de Estudios y Organismos Benéficos del Ingenio Pujilic (CREOBIP, 2002).

Domínguez, V.M.A. 1985. Monografía, Producción e Industrialización de La Caña de Azúcar. UAAAN. pp. 30, 33-45.67-71.

Durón, P.R. 1967. El Cultivo de *Saccharum officinarum* en Cuotolapan, Veracruz. Tesis profesional. UAAAN. pp. 25-27. 30-33.

F.A.O. 1980. Anuario de Producción. Preparado en la Dirección de Estadística. Departamento de Política Económica y Social. Vol. 34. pp. 167-169, 180.

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 del Azúcar). Méx. – Imprenta Venecia, S.A. Divulgación Técnica del IMPA. pp. 13,14,23,40-45,64-68,67-80,103.

- Gómez L., V.A. 2003. Compañía "La Fe" Zucarmex, S.A. de C.V. Ingenio Pujiltic, Chiapas.
- Humbert, R.P. 1974. El Cultivo de la Caña de Azúcar. Trad/Inglés. México. 1ª. Edición. Ed. Continental, S.A. pp. 48-51, 298-302, 336,410,498,502.
- López, C.C.N. 2002. Monografía. La Importancia de la Caña de Azúcar - en México. UAAAN. pp. 3-6,10-14,18-22,27,29-34,36,39, - 47,57,62-67,120-125.
- Martín O,J.R. 1987. La Caña de Azúcar en Cuba. Impreso en Cuba. Editorial Científico-Técnica. La Habana, Cuba. pp. 44-52.204-205,223-233,473-494,553-558.
- Monsivais, S.A. 1946. Caña de Azúcar. Tesis Profesional. UAAAN. pp.10-14,17-20.
- Navarrete, R.A. 1949. Estudio Agro-económico del Cultivo de la Caña de Azúcar, perteneciente al Ingenio De Tula, S.A. del Estado - de Jalisco. Tesis Profesional. UACH. pp. 8-12,16,20.
- Navarro, S.J. et al. 1966. Granos y Fertilizantes de México, S.A. (Boletín). Fertilización de la Caña de Azúcar. Publicación trimestral Editada por el Departamento Agronómico. No. 49. Año XI. pp. 3-8,13-16.
- Ochse, J.J. et al. 1982. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y

Subtropicales/Trad/Inglés/Editorial Limusa, S.A. Quinta reimpresión. 2: pp. 1281-1296,1289-1298,1310-1315,1330-1332.

Quiñones, H.A. 1979. Estudio del cultivo de la caña de azúcar. Tesis Profesional. UAAAN. pp. 8,11-16.

Riess, H.C. M. Y S.F. Cáceres. 1976. Catálogo de Plagas y Enfermedades de la Caña de Azúcar en México. Comisión Nacional de la Industria Azucarera (CNIA). IMPA. Méx. Libro 11. pp. 17, -20-23,26,41,44,64,65,79,86,99,105.

Rodriguez, C.E. 1987. Evaluación Agroindustrial de Doce Variedades de Caña de Azúcar, en tres ciclos sucesivos en la Zona de Abastecimiento del Ingenio La Providencia, S.A. Veracruz, México. pp. 7-9.

Sánchez, N.F. 1972. Materia Prima: Caña de Azúcar. Impreso en Talleres Larios e Hijos, impresores, S.A. 1ª. Ed. México. Porrúa Hnos. y Cía. S.A. pp. 2,4,8,13,16,18,139-143.

Sánchez, N.F. 1992. Materia Prima: Caña de Azúcar. Impreso en México. Cía. Editorial del Manual Azucarero, S.A. de C.V. México. - pp. 1,3,5,29,24,26,30,34,36,598,613,616.

SARH-DGEA. 1982. Ecotecnia. Secretaría de Agricultura y Operaciones. La Producción Agropecuaria y Forestal en el Mundo y la Participación de México. VI 7, México D.F. pp. 106,108,110.

SEP, 1983. Cultivos de Plantación. Dirección General de Educación Tecnológica y Agropecuaria. Ed. Trillas, S.A. México, D.F. pp. 55,63,66,68,70-73,75,76,79.

Solano, R.E.C. 1998. Monografía. Cultivo de la Caña de Azúcar y su problema con la Roya. UAAAN. pp. 22-26,35,36,39,40,65,70.

Spencer-Meade, P. George. 1967. Manual del Azúcar de Caña. Impreso En España. Montaner y Simpson, S.A. Ed. Aragan. pp. 3,4, 26.

Traub, D. 1981. Agricultura de la Américas. cosecha más precoz y uniforme con Reguladores de crecimiento vegetal (revista mensual) Intertec Publishing Corp. Overland Park Kansas. EUA. Año 30, No. 12. pp. 38,40,43,54,56.

Valdez, T.L. y E. Roque,1980. Ciencia y Tecnología en la Agricultura. Caña de Azúcar. Instituto de la Investigación de la Caña de Azúcar. Academia de Ciencia de Cuba. Influencia de la edad de la semilla en la germinación y desarrollo de la variedad Ja 60-5. pp. 112,114,116,118.

#### **INTERNET:**

<http://www.sica.gov.ec/cadenas/azúcar/docs/situaciónazúcar.html>

<http://www.sagarpa.gob.mey/Forma/documentos/evolución.html>

[http://www.sica.gov.ec/cadenas/azúcar/does/proceso producción.html](http://www.sica.gov.ec/cadenas/azúcar/does/proceso_producción.html)

<http://www.ledar.org/azúcar/historia.htm>