

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**



**El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) en la
región de Cardel, centro de Veracruz**

Por:

FRANCISCO JAVIER RIVERA ROSADO

MONOGRAFIA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCION

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO.

JUNIO DE 2008

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**

MONOGRAFIA

El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) en la región de Cardel,
centro de Veracruz

**PRESENTADA POR:
FRANCISCO JAVIER RIVERA ROSADO**

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

**APROBADA POR
Presidente Del Jurado**

M.C. Carlos Suárez Flores

Sinodal

Sinodal

M.C Modesto Colin Rico

M.C. Rene De la Cruz Rodríguez

Sinodal

M.C. Adolfo Ortegón Pérez

**Coordinador de la División de Agronomía
Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio 2008

DEDICATORIAS

Dedico el siguiente trabajo a mi **ABUELITA JOSEFINA (MAMI)**, quien falleció y no pude despedirme, por circunstancias siempre sufridas (dinero), para emprender el viaje a mi natal estado. Abuelita te amo, dios te bendiga y te guarde en su gloria.

A mi **ABUELITO EPIFANIO** quien en vida y estando pequeño de edad me dio a conocer el ambiente ranchero, me heredo su amor por el campo. Recuerdo su filosofía que siempre me decía que la única herencia que iba a dejarme era la misma que nos hacia diferentes a los animales. También recuerdo que su canción favorita era “el chubasco” la que siempre cantaba cuando nos dirigíamos a cosechar tamarindo o mango, para vender en la ciudad, como me hubiera gustado que estuvieras conmigo cantando esa bonita canción y recorriendo aquellos lugares que ahora de grande extraño. Pero dios sabe porque hace las cosas y quiso que no sufieras mas, te marchas en un corcel, radiante sin ningún porque, algún día te seguiré y tu equipaje te llevare. Te amo abuelito dios te bendiga.

A mi **MADRE ÁNGELES** quien me dio la vida, me inculco valores, educación que culmino en profesional, mi razón de existir y vivir, me dio su **AMOR** infinito, su enorme **BONDAD, SENCILLEZ, HUMILDAD**, no hay palabras para describir tanto amor, dedicación, coraje, fortaleza y ejemplo de vida, quien con 8 hijos nos saco adelante aun en los peores momentos de la vida. Quien lucha día a día para mantener la unión familiar.

TE AMO MAMA CON TODO MI CORAZON, MI ETERNO RESPETO PARA USTED

DIOS me la conserve muchos años más.

A mi papa Alfredo quien dedico su vida al campo trabajando como peón para sacarnos adelante, y quien además me enseñó a desarrollarme en ese ámbito, llevándome a trabajar en los cañales para ganarme mi domingo y con la firme ilusión de que alguien de sus hijos se dedicara al campo y el eco de su voz se reflejo en mi tendencia a estudiar esta hermosa y tan bondadosa carrera como lo es la agronomía y es la que nos da el pan de cada día , además demostrándome que no se necesita saber leer para conocer y entender a la naturaleza.

A mis hermanos Emma, Yuyi, Dulce, Balbino, Pablo, Evaristo, Fredy.

Quienes por cuestiones económicas actualmente están terminando sus carreras pero nunca es tarde para estudiar y superarse personalmente. Los quiero mucho algún día estaremos juntos como antes.

A mis dos hijos **ALAN RAUL Y FRANCISCO XAVIER RIVERA MONTES** que son y serán mi razón de existir de ahora en adelante, **LOS AMO CON TODO MI CORAZÓN** y por ustedes voy a luchar hasta donde Dios me preste vida para hacerlo.

Me llenan todos mis sentidos al verlos crecer y hacer sus travesuras en especial Raulito que con el simple hecho de estar con el y mirar su sonrisa, me motiva a hacer cosas que a lo mejor nunca había pensado, y francisquito que se nota que es muy noble por ustedes voy a luchar preciosos, los amo mis amores.

A mi señora esposa yuri montes quien con su sencillez, bondad, cariño ha estado en las buenas y en las peores junto a mí, a pie de cañón. A mi suegra doña mary que con sus regaños y consejos estoy aprendiendo mas de la vida. A Janet y Javier que son un ejemplo a seguir en el amor, seis comprensibles años. Felicidades.

Y a todas aquellas personas que intervinieron en mi vida directa o indirectamente para culminar este sueño convertido en realidad, de todo corazón gracias.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por permitirme tejer un eslabón más en mi vida y darme la oportunidad de ver la luz de cada día.

Mis mas sinceros agradecimientos al ingeniero Carlos Suárez quien tiene toda una trayectoria y una basta experiencia en el cultivo de caña de azúcar y quien hizo sus valiosas aportaciones en este trabajo.

Agradezco al ingeniero **Rene De la Cruz** quien me apoyo con sus conocimientos, consejos y paciencia para realizar este trabajo.

Al ingeniero **Adolfo Ortegón** por su sencillez, humildad y su afán de evitar aplicar fertilizantes químicos. Además de que es una excelente persona tiene alto valor moral y educación.

Al ingeniero **modesto colin** quien admiro por su humildad y manera de ver las cosas, y se que ante todo tengo un amigo, sinceramente muchas gracias.

Al ingeniero **Manuel Burciaga** que me dio la oportunidad de conocerlo de trabajar con el dándome un apoyo y amistad incondicional, mi respeto y mas grande admiración.

Al ingeniero **Arnoldo Oyervidez García** quien con su experiencia y visión de negocio me abrió unas expectativas más en mi vida, próximo rector de la “Antonio Narro”

Al ingeniero **Sergio Barrientos Perdomo** quien es productor y auxiliar de investigación de la CNPR, en Cardel Veracruz y me asesoro con este trabajo proporcionándome información y experiencias recientes sobre mejoramiento de la caña.

A mi **Alma Terra Mater** quien me cobijo toda mi carrera en la inolvidable colorada 14, y dio paso a convertirme en un verdadero hombre de compromiso, responsabilidad, humildad en el estudio y trabajo.

A la flota jarocho estudiantes de esta excelente universidad siempre tan leales con quienes compartí momentos de todo tipo buenos y malos. Rodrigo (el cebas), Fidel, Mario (maniquí), Rudy, cesar (Payasin), simon (el rondallo), enrique (palencia), noe (halls), enrique (monin el mister), Edgar (dj), michel (lobo marino), jose manuel (garnachin), agustin (mano de fierro), Hilario, el poncho, blas, montelongo, wendy, marisol, y a todos los que me brindaron su ayuda, amistad e hicieron mas amena toda mi carrera. Siempre **FIRMES Y DIGNOS**

A la familia **Gómez Lugo** en especial a la señora chenchu quien respeto y admiro, quien me cobijo y trato como un hijo en los momentos más infelices y de hambre en mi vida, dios la cuide y la proteja ahora y siempre.

A la familia **Corvera Pérez** , a don Teo, doña blanca, may, bety y claudia, a quienes dios me las puso en mi camino, dándome una enseñanza de que la gente buena y hermosa aun existe en este mundo tan lleno de maldad. Mi respeto para ustedes mil gracias dios las bendiga.

A la familia Rodrigues Lara en especial a wendy, quien fue una parte importante en mi trayectoria.

INDICE DE CUADROS

CUADRO. 1 SUPERFICIE COSECHADA DE CAÑA DE AZÚCAR EN MÉXICO (MILES DE HECTÁREAS).....	19
CUADRO.2 ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR ZAFRA, ESTADO 2007/2008.....	19
CUADRO.3 ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR ZAFRA, ESTADO E INGENIO 2007/2008.....	20
CUADRO 3. ESTIMACION DE LA PRODUCCION DE LA CAÑA DE AZUCAR ZAFRA, ESTADO E INGENIO (2007 /2008).....	20 – 21
CUADRO 4. CARACTERISTICAS PARA LA EVALUACION Y SELECCIÓN DE VARIETADES DE CAÑA DE AZUCAR.....	46
CUADRO 5. CONTROL DE LA FLORACION.....	60
CUADRO 6. INDICES CLIMATICOS PARA LA CAÑA DE AZUCAR.....	63
CUADRO 7. SALINIDAD Y SODIZACION.....	67
CUADRO 8. PH.....	68
CUADRO 9. DRENAJE SUPERFICIAL O EXTERNO.....	68
CUADRO 10. DRENAJE INTERNO O PROFUNDO.....	69
CUADRO 11. NIVEL DE FERTILIDAD.....	71
CUADRO 12. INDICES EN LA SECCION 8 – 10 TALLOS.....	71
CUADRO 13. MANEJO DE SEMILLEROS.....	83

INDICE DE FIGURAS

FIG 1. VERACRUZ DENTRO DE LOS ESTADOS PRODUCTORES DE CAÑA DE AZUCAR.....	23
FIG 2. DISTRIBUCION DE LOS INGENIOS AZUCAREROS EN EL ESTADO DE VERACRUZ.....	24
FIG 3. SISTEMA RADICULAR DE LA CAÑA DE AZUCAR.....	30
FIG 4. CORTE LONGITUDINAL DE UNA RAIZ DE CAÑA DE AZUCAR.....	31
FIG 5. TIPOS DE NUDOS Y ENTRENUDOS DEL TALLO DE LA CAÑA DE AZUCAR.....	35
FIG 6. PARTES ESTRUCTURALES DE LA HOJA DE CAÑA DE AZUCAR.....	39
FIG 7 MUNICIPIOS QUE COMPRENDE ZONA CAÑERA DE VERACRUZ CENTRO.....	65
FIG 8. PRESENCIA DE MOSCA PINTA EN EL ESTADO DE VERACRUZ.....	102
FIG 9. CICLO BIOLOGICO MOSCA PINTA.....	103
FIG 10. RASTRA FITO SANITARIA.....	104
FIG 11. CONTROL DE MALEZAS.....	105
FIG 12. TRAMPA COLOR VERDE PARA COMBATE DE MOSCA PINTA.....	106
FIG 13 CANAL DE COMERCIALIZACION DEL AZUCAR EN MEXICO.....	123

INDICE GENERAL

	PAG.
DEDICATORIAS	III, IV
AGRADECIMIENTOS	V, VI
INDICE DE CUADROS	VII
INDICE DE FIGURAS	VIII
I. <u>INTRODUCCION</u>	XIV
OBJETIVOS	
II. <u>ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA CAÑA DE AZUCAR</u>	15
Origen e Historia	15
Antecedentes y Desarrollo de la Agroindustria azucarera Mexicana.....	17
Distribución e Importancia Socioeconómica Nacional	19
Importancia Mundial.....	22
Importancia Zona Centro del Estado de Veracruz.....	23
III. <u>CLASIFICACION TAXONOMICA</u>	26
IV. <u>DESCRIPCION BOTANICA</u>	28
Morfología y Anatomía.....	29
Raíz.....	29
Tallo.....	34
Hojas.....	38
Flor.....	41
Fruto.....	42

V. <u>MEJORAMIENTO GENETICO</u>	43
Generalidades.....	44
Hibridación.....	44
Selección de Híbridos.....	46
Métodos de Mejoramiento Genético en Caña de Azúcar.....	48
Banco de germoplasma.....	49
Variedades y tipos.....	50
VI. <u>FENOLOGIA Y FISIOLOGIA DE LA CAÑA DE AZUCAR</u>	51
Germinación.....	53
Crecimiento.....	56
Desarrollo.....	57
Maduración.....	58
Floración.....	60
Control de la floración.....	61
VII. <u>CONDICIONES ECOLOGICAS Y EDAFICAS</u>	62
Condiciones ecológicas.....	63
Descripción del área.....	65
Localización.....	65
Condiciones edáficas.....	67
Suelos.....	67
Salinidad y sodificación.....	67
Ph.....	68
Drenaje.....	69
Factores topográficos.....	70
Nivel de fertilidad.....	71
Nutrientes.....	72

Elementos Mayores.....	73
Elementos secundarios.....	74
Elementos menores.....	75
VIII. <u>LABORES CULTURALES</u>.....	79
Generalidades.....	80
Labores de cultivo.....	83
Semillero.....	83
Semilla.....	84
Clases de semilla.....	85
Sanidad de la semilla.....	85
Labores previas a la siembra.....	86
IX. <u>SIEMBRA</u>.....	87
Época de siembra.....	88
Sistema de siembra.....	90
Resiembra.....	90
X. <u>FERTILIZACION</u>.....	91
Época de aplicación.....	92
Método de aplicación.....	93
XI. <u>RIEGOS</u>.....	94
Intervalo de riegos.....	95
Sistemas de irrigación en la zona centro de Veracruz.....	95

XIII. <u>MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS</u>	98
HERRAMIENTAS DEL MIP	98
Principales de plagas de la caña de azúcar.....	99
TERMITAS	99
Características de la plaga.....	99
Daños.....	101
Mecanismos de dispersión de las termitas.....	101
Manejo integrado de las termitas.....	102
MOSCA PINTA	103
Manejo integrado de la mosca pinta.....	103
Daños que ocasiona.....	104
Ciclo biológico.....	104
Medidas de control.....	105
Plagas y enfermedades de la región centro de Veracruz.....	110
Plagas principales.....	111
Principales enfermedades en la región centro de Veracruz.....	111
Control de enfermedades.....	111
<u>XIV. COSECHA</u>	112
Generalidades.....	113
Índice de cosecha.....	114
Preparación del campo antes del corte.....	114
La quema del cañaveral.....	115
El corte de la caña.....	115
Métodos de cosecha.....	116

<u>XV. AGROINDUSTRIALIZACION DE LA CAÑA DE AZUCAR.....</u>	117
Uso de la caña.....	118
Industrialización.....	118
Tipo de azúcar en zona centro de Veracruz.....	123
<u>XVI. CONCLUSIONES.....</u>	125

INTRODUCCION

El cultivo de la caña de azúcar en la región centro de Veracruz, representa una importancia socioeconómica enorme ya que la mayoría de los productores destinan sus tierras a este cultivo.

En la actualidad el cultivo de la caña representa una alternativa de producción de combustibles. Además de otros subproductos que tienen un efecto favorable a la naturaleza.

En este trabajo se presenta algunos procedimientos que se han desarrollado mediante la experiencia y la investigación a nivel internacional de científicos expertos en este dadivoso cultivo.

Finalmente es necesario puntualizar que este trabajo ha sido preparado como un elemento de apoyo enfocado al mejoramiento y producción de la caña tomando en cuenta diversos factores ecológicos, físico, de suelo etc.

II. ANTECEDENTES HISTORICOS **DE LA CAÑA DE AZUCAR**

II. ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA CAÑA DE AZUCAR

ORIGEN E HISTORIA

Existen varias teorías respecto de esta gramínea; **fauconier y bassereau (1980)** señalan que la teoría mas comúnmente admitida en la actualidad indica al *saccharum robustum* como la especie de arranque, y a nueva guinea y las islas vecinas como el lugar de origen. El cultivo de la caña de azúcar (*saccharum officinarum*) es originario de nueva guinea cerca del extremo oriente. Esta apareció hace 8000 años como planta de jardín¹. De allí, los horticultores neolíticos habrán llevado los tipos mas importantes, primero al este (nuevas hebridas, nueva caledonia e isla fiji), luego al oeste (celebes, Filipinas, borneo, sumatra, malasia e india) y al noroeste (indochina y china). Existencia de la caña de azúcar en china y en la india puede situarse en 6,000 A.C., mientras que su empleo para la alimentación humana se remonta a 3,000 años A.C. en la india, de donde los soldados de Alejandro magno azúcar 325 años antes de nuestra era.

Los romanos conocían este artículo, pero fueron los árabes quienes difundieron estacas de caña de azúcar, primero en Palestina y después en Egipto (700 años D.C.), Sicilia, España y Marruecos.

Cristóbal colon llevo en su segundo viaje esquejes de caña de las islas canarias a la isla llamada en la actualidad Republica Dominicana.

La introducción de la caña en tierras americanas por colon, cortes, Pizarro y otros exploradores, tuvo como resultado que entre 1,500 y 1,600 este cultivo se desarrollara en la mayoría de los países tropicales de América (Antillas, México, Brasil, Perú, etc.).

¹ Montaner y Simón 1967. Manual de azúcar de caña, 9ª ed. spencer meade, Barcelona, España.

En México señala **Ruiz de Velasco (1937)**, fue cultivada por primera vez en san Andrés Tuxtla. Veracruz y fue introducida por Hernán Cortés, a quien se le considera el primer cañero y primer azucarero de México. Y son los estados de Morelos y Guerrero donde se estableció definitivamente el cultivo de esta gramínea.

ANTECEDENTES Y DESARROLLO DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA MEXICANA

En un resumen muy apretado sobre la historia de esta importante actividad económica de nuestro país que **García (1984)**¹ hace, podemos destacar lo siguiente:

En México como ya se mencionó, fue cultivada la caña de azúcar por primera vez en San Andrés Tuxtla, Veracruz en 1519, la cual fue traída por Hernán Cortés de Cuba; para el año de 1524 se inició la instalación del primer trapiche² que comenzó sus operaciones en 1538 y funcionó durante 57 años.

De san Andrés pasó a Coyoacán donde no prosperó, debido a principalmente a las condiciones climáticas adversas (heladas); de Coyoacán se dispersó a los Estados de Morelos y México, después se extendió por la ruta de los galeones de México a Acapulco; de aquí se difundió a muchos otros lugares del país.

Blumenkron, citado por García (1984), señala las siguientes oscilaciones de la industria azucarera durante de la dominación española (1521-1891)

Época de prosperidad: de 1537 a 1570

Época de estancamiento: de 1571 a 1802

Época de depresión: de 1803 a 1808

Época de prosperidad: de 1809 a 1811

¹ programa de investigación en caña de azúcar, INIAGA.

² trapiche; término utilizado que hace referencia a los molinos utilizados en la extracción del jugo de la caña de azúcar.

En el renacimiento de la industria azucarera se adolecía de las técnicas mas elementales, siendo Don Álvaro Reynoso, un técnico cubano, quien despertó en 1862 la inquietud por la investigación y experimentación cañera, al afirmar que “la verdadera fabrica de azúcar estaba en los cañaverales y que los trapiches no podían sacar mas azúcar que aquella que la caña había fabricado...”

En la década de los 30`s la superficie cosechada fue de 66,165 ha con un rendimiento de campo de 52 ton/ha y 9.63% de rendimiento en fabrica y una producción de mas de 645,000 toneladas de azúcar; para la década de los 50`s la superficie cosechada alcanzo alrededor de las 245,000 hectáreas, con rendimiento de campo de 59 ton/ha y de fabrica de 8.8% (hubo declinación), con una producción de 1.26 millones de toneladas de azúcar.

En la década de los 70`s la superficie cosechada se incremento a 462,870 ha., con un rendimiento de campo de 73 ton/ha y de fabrica de 8.45% (siguió declinando) y una producción de azúcar de 2.88 millones de toneladas.

Actualmente en el periodo de 1998-2002, se cultivan mas de 632 mil hectáreas en 15 estados de la republica, en los cuales se ubican los 64 ingenios que operan en el país, con una producción promedio de 46,640.06 toneladas y se estimo para el año 2003 una producción de 47,719.2 ton, con una superficie cosechada de 632.22 mil has para el mismo periodo a diferencia obtenida en el año 2002 fue de 46 mil ton, es decir se esperaba una tendencia en la alza de la producción en 1.037%.

¹ fuente; acerca con información de siap/sagarpa*datos preliminares al mes de noviembre de 2003

DISTRIBUCION E IMPORTANCIA SOCIOECONOMICA NACIONAL

El cultivo de la caña de azúcar dio origen a un sistema agroindustrial que ocupa un lugar preponderante y trascendente en la actividad económica y social de México; esta actividad la inician los conquistadores españoles y actualmente se ha creado toda una tradición productiva en 15 estados de la república, donde se cultiva y se procesa la caña en 64 ingenios ubicados en Campeche , Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas y **Veracruz**.

Garcia (1993), indica que los tres principales productores de azúcar de la república mexicana son: Veracruz 39.2%, Jalisco 10.5%, y San Luis Potosí 9.1%, los cuales cubren el 61% de la superficie industrializada de caña, el 59.3% de la caña molida y el 61.5% de la producción de azúcar.

La agroindustria cañera genera mas de 300 mil empleos directos, de los cuales son: 133 mil cañeros, 80 mil jornales estacionales, 40 mil obreros de planta, 5 mil obreros eventuales y 8 mil empleados de confianza, entre otros; se estima que mas de 3 millones de mexicanos dependen de esta actividad económica, la cual también es una importante fuente generadora de divisas.

**CUADRO 1. SUPERFICIE COSECHADA DE CAÑA DE AZÚCAR EN MÉXICO
(MILES DE HECTÁREAS)**

	1998	1999	2000	2001	2002	2003*
Veracruz	253.17	254.46	250.83	235.92	245.58	243.31
Jalisco	66.36	75.02	63.54	65.15	62.95	63.17
San luis Potosí	49.60	48.21	68.77	52.42	53.19	70.71
Tamaulipas	40.59	42.61	24.81	43.86	44.44	56.11
Chiapas	19.02	17.98	23.21	27.30	28.24	25.34
Oaxaca	43.66	45.45	36.11	45.84	45.79	33.25
Otros	158.17	159.44	151.01	153.27	152.04	147.18
nacional	630.58	643.15	618.28	623.74	632.22	639.06

Fuente: ASERCA con información de SIAP/SAGARPA * datos preliminares al mes de noviembre de 2003

**CUADRO.2 ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR
ZAFRA, ESTADO 2007/2008**

ESTADO	CAÑA DE AZÚCAR A INDUSTRIALIZAR TONELADAS	PRODUCCIÓN DE AZÚCAR TONELADAS	RENDIMIENTO %
CAMPECHE	397,018	42,696	10.75
COLIMA	808,216	96,905	11.99
CHIAPAS	2,409,005	270,078	11.21
JALISCO	5,633,937	663,020	11.77
MICHOACAN	1,199,876	142,500	11.88
MORELOS	1,508,928	186,226	12.34
NAYARIT	1,995,963	242,015	12.13
OAXACA	2,841,215	338,034	11.9
PUEBLA	1,662,143	209,754	12.62
QUINTANA ROO	1,247,963	125,539	10.06
SAN LUIS POTOSI	4,285,530	514,078	12
SINALOA	2,335,986	221,106	9.47
TABASCO	1,482,239	152,700	10.3
TAMAULIPAS	2,089,120	226,823	10.86
VERACRUZ	18,495,223	2,068,525	11.18
Total Nacional	48,392,362	5,499,999	11.37

Fuente: SIAP. Con datos de la CNIAA

**CUADRO.3 ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR
ZAFRA, ESTADO E INGENIO 2007/2008**

ESTADO	INGENIO	CAÑA DE AZÚCAR A INDUSTRIALIZAR TON	PRODUCCIÓN DE AZÚCAR TON	RENDIMIENTO %
CAMPECHE	LA JOYA	397,018	42,696	10.75
	TOTAL	397,018	42,696	10.75
COLIMA	QUESERIA	808,216	96,905	11.99
	TOTAL	808,216	96,905	11.99
CHIAPAS	HUIXTLA	1,039,810	103,981	10
	PUJILTIC (CIA. LA FE)	1,369,195	166,097	12.13
	TOTAL	2,409,005	270,078	11.21
	BELLAVISTA	440,625	51,200	11.62
	JOSE MARIA MARTINEZ (TALA)	1,701,508	191,504	11.25
JALISCO	JOSE MARIA MORELOS	535,404	60,190	11.24
	MELCHOR OCAMPO	865,406	104,939	12.13
	SAN FRANCISCO AMECA	748,663	88,567	11.83
	TAMAZULA	1,342,331	166,620	12.41
	TOTAL	5,633,937	663,020	11.77
	LAZARO CARDENAS	263,261	31,960	12.14
MICHOACAN	PEDERNALES	321,543	35,434	11.02
	SANTA CLARA	615,072	75,106	12.21
MORELOS	TOTAL	1,199,876	142,500	11.88
	CASASANO "LA ABEJA"	374,589	46,022	12.29
	EMILIANO ZAPATA	1,134,339	140,204	12.36
	TOTAL	1,508,928	186,226	12.34
NAYARIT	EL MOLINO	625,304	77,538	12.4
	PUGA	1,370,659	164,477	12
	TOTAL	1,995,963	242,015	12.13
OAXACA	ADOLFO LOPEZ MATEOS	1,471,332	178,075	12.1
	EL REFUGIO	471,865	51,299	10.87
	PABLO MACHADO (LA MARGARITA)	898,018	108,660	12.1
	TOTAL	2,841,215	338,034	11.9
PUEBLA	ATENCINGO	1,454,431	188,567	12.97
	CALIPAM	207,712	21,187	10.2
	TOTAL	1,662,143	209,754	12.62
QUINTANA ROO	SAN RAFAEL DE PUCTE	1,247,963	125,539	10.06
	TOTAL	1,247,963	125,539	10.06
	ALIANZA POPULAR	1,134,556	133,299	11.75
SAN LUIS POTOSI	PLAN DE AYALA	1,005,184	117,724	11.71
	PLAN DE SAN LUIS	1,039,810	128,125	12.32
SINALOA	SAN MIGUEL DEL NARANJO	1,105,980	134,930	12.2
	TOTAL	4,285,530	514,078	12
	ELDORADO	603,090	59,419	9.85
	LA PRIMAVERA	588,254	52,942	9
	LOS MOCHIS	1,144,642	108,745	9.5
TOTAL	2,335,986	221,106	9.47	

ESTADO	INGENIO	CAÑA DE AZÚCAR A INDUSTRIALIZAR TON	PRODUCCIÓN DE AZÚCAR TON	RENDIMIENTO %
	AZSUREMEX-TENOSIQUE	212,625	18,150	8.54
TABASCO	PRESIDENTE BENITO JUAREZ	812,943	84,609	10.41
	SANTA ROSALIA	456,671	49,941	10.94
	TOTAL	1,482,239	152,700	10.3
TAMAULIPAS	AARON SAENZ GARZA	1,181,603	132,348	11.2
	EL MANTE	907,517	94,475	10.41
	TOTAL	2,089,120	226,823	10.86
	CENTRAL MOTZORONGO	1,081,323	118,999	11
	CENTRAL PROGRESO	642,792	79,706	12.4
	CONSTANCIA	606,913	67,368	11.1
	CUATOTOLAPAM	524,632	55,086	10.5
	EL CARMEN	600,254	63,027	10.5
	EL HIGO	1,058,716	115,304	10.89
	<u>EL MODELO</u>	<u>1,031,392</u>	<u>117,382</u>	<u>11.38</u>
	EL POTRERO	1,512,451	181,524	12
	INDEPENDENCIA	132,830	11,420	8.6
	LA CONCEPCION	113,434	11,117	9.8
	<u>LA GLORIA</u>	<u>1,280,273</u>	<u>151,674</u>	<u>11.85</u>
VERACRUZ	LA PROVIDENCIA	794,037	91,107	11.47
	MAHUIXTLAN	406,471	46,162	11.36
	NUEVO SAN FRANCISCO (EL NARANJA)	523,709	45,624	8.71
	SAN CRISTOBAL	2,385,892	251,950	10.56
	SAN GABRIEL	415,924	43,672	10.5
	SAN JOSE DE ABAJO	586,075	68,533	11.69
	SAN MIGUELITO	492,231	55,297	11.23
	SAN NICOLAS	567,169	64,657	11.4
	SAN PEDRO	661,698	65,349	9.88
	TRES VALLES	1,848,027	221,763	12
	ZAPOAPITA - PANUCO	1,228,980	141,804	11.54
	TOTAL	18,495,223	2,068,525	11.18
TOTAL	TOTAL NACIONAL	48,392,362	5,499,999	11.37

IMPORTANCIA MUNDIAL

En los últimos 5 años la superficie mundial cultivada con caña de azúcar prácticamente no ha registrado cambios de importancia, ubicándose en 19.5 millones de hectáreas y una tasa de crecimiento de 0.8% entre los años de 1998 y 2002.

Como se señaló previamente, el cultivo no puede darse en cualquier país, sino que se da en un clima tropical o subtropical, de allí que la mayoría de los principales países productores se encuentren en Asia y América central y del sur y unas cuantas regiones de Europa.

De acuerdo con información de la organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO, por sus siglas en inglés), aproximadamente el 65% de la superficie cultivada con caña de azúcar se encuentra en 6 países: Brasil, India, Tailandia, China, Pakistán, y MEXICO, de este conjunto de países destacan los casos de china, cuya superficie cultivada registro un crecimiento del 4.5% entre los años de 1998-2002, seguido por india con 4.1% y brasil con 1.5%; mientras que Tailandia, Pakistán y MEXICO, observaron descensos en la superficie destinada al cultivo del 7.4%, 5.4% y 2.4%, respectivamente.

La producción mundial de caña tampoco muestra un crecimiento relevante en el periodo de estudio, siendo del 2.6% entre los años de 1998 y 2002. Este crecimiento en la producción de caña que se ubica en promedio anual en 1,271 millones de toneladas, ha estado mas bien vinculado con el crecimiento en la productividad de los campos que por una mayor superficie destinada al cultivo, ya que mientras que esta no creció por arriba del 1%, en el periodo antes señalado, los rendimientos lo hicieron en 1.8%.

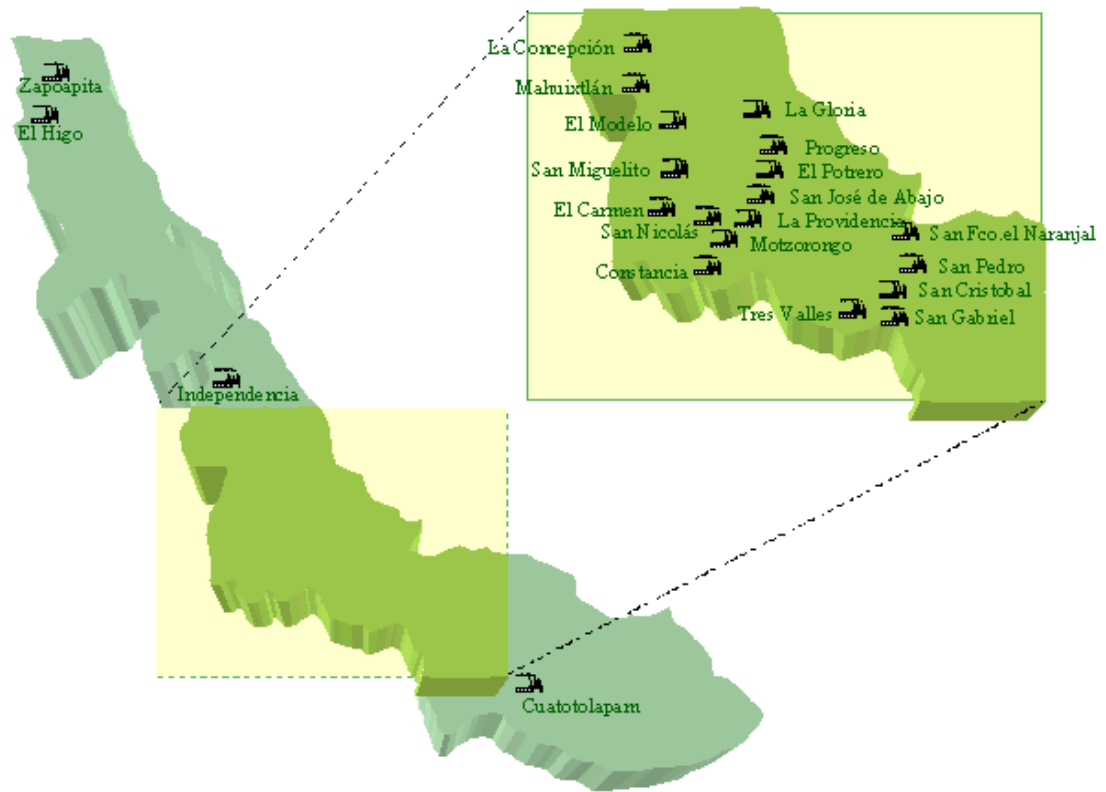
IMPORTANCIA EN EL ESTADO DE VERACRUZ

El estado de Veracruz participa con una superficie destinada al cultivo de caña promedio del periodo 1998 – 2002 de 17, 023.77 toneladas que en el año 2003 se estima en 16,828.35 ton y una superficie cosechada promedio de 247.99 mil has. En el mismo periodo, siendo esta actividad una de las principales dentro de subsector agrícola para el estado después de chile verde, café y naranja, además que genera una fuente de empleo a 55 mil productores en el estado y que muestra un TMCA de -2.61% como resultado de los bajos precios que existen para la caña en el estado de Veracruz y se ubica a nivel nacional con el 37.70% de la producción nacional.

FIG 1. VERACRUZ DENTRO DE LOS ESTADOS PRODUCTORES DE CAÑA DE AZUCAR



FIG 2. DISTRIBUCION DE LOS INGENIOS AZUCAREROS EN EL ESTADO DE VERACRUZ



III. CLASIFICACION **TAXONOMICA**

III. CLASIFICACION TAXONOMICA

CLASIFICACION

Sánchez Navarrete (1972) señala la siguiente clasificación botánica:

Reino: vegetal

Division: espermatofitas o fanerógamas

Subdivisión: angiospermas

Clase: monocotiledóneas

Orden: zacates o glumifloras

Familia: gramíneas

Subfamilia: panicoideae

Tribu: androspogoneae

Subtribu: sacarineae

Genero: saccharum

Especie: *s. officinarum*, *spp.*

IV. DESCRIPCION BOTANICA

IV. DESCRIPCION BOTANICA

Para estudiar la planta de la caña de azúcar, es necesario hacer la descripción de las características morfológicas 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 propagan por partes vegetativas (en forma asexual).

Con respecto a la descripción botánica de la caña de azúcar tomando como referencia a **van dillewijn (1951), fauconier y bassereau (1980)** tenemos lo siguiente:

MORFOLOGIA Y ANATOMIA

RAIZ

FUNCION

La raíz tiene como función principal la absorción y fijación del agua y de los elementos minerales, así como la de agarre o sujeción de la planta.

El sistema radicular de la caña de azúcar sostiene al tallo y su grado de ramificación depende del terreno.

La ramificación y producción de raíces está en función de la edad, variedad y ambiente, mas que nada su principal función en caña de azúcar es suministrar alimento necesario a la planta, y es un sostén mecánico como ya se menciono **(benvenuto, 1981; Domínguez 1985; monsvais, 1946).**

TIPOS. Existen fundamentalmente dos tipos de raíces

Las raíces de esqueje, primarias o de establecimiento.

Estas son las raíces del trozo que se siembra y son las primeras que aparecen, estas se originan de la banda del trozo que se siembra y son las primeras que aparecen, estas se originan de la banda radical de la estaca; son efímeras, delgadas, muy ramificadas y superficiales y funcionan durante un periodo que termina con la brotación, desarrollo y distribución de las raíces permanentes emitidas por el macollo.

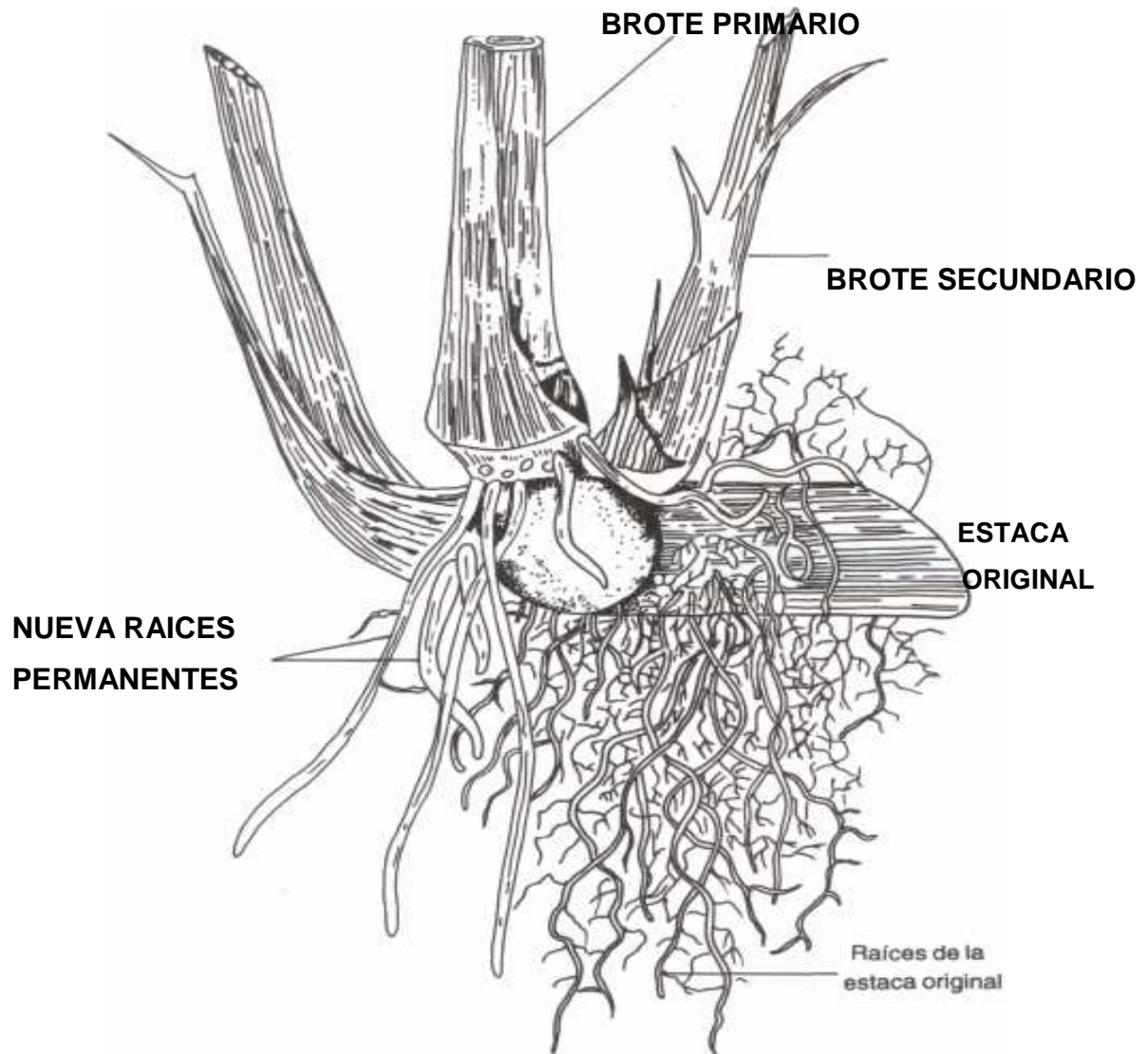
Raíces del vástago “macollo o tallo”, o definitivas.

Son las que reemplazan a las anteriores y aparecen después que la yema ha brotado; estas son raíces gruesas, carnosas, menos fibrosas, protegidas por la cofia que las capacita para penetrar en el suelo; cuando estas raíces son suficientes para alimentar a la nueva planta, las de esqueje desaparecen.

La vida de las raíces del vástago también es limitada, pero como cada nuevo vástago habrá de producir sus propias raíces, el sistema radical de la planta en su conjunto será renovado continuamente.

Estas 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 el suelo (**Domínguez, 1985; Navarrete, 1949; Quiñones, 1979**)

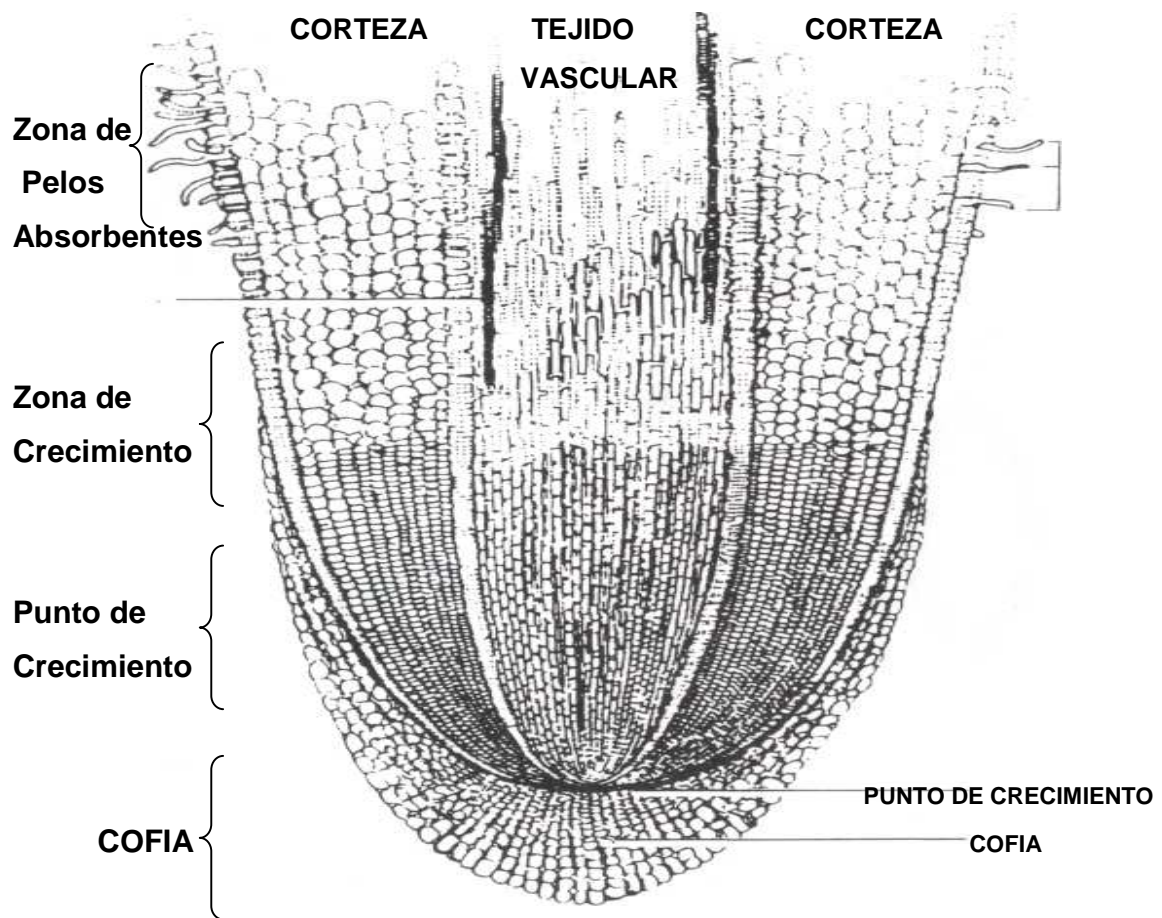
FIG. 3 SISTEMA RADICULAR DE LA CAÑA DE AZÚCAR



DESCRIPCION

La punta de la raíz consiste principalmente en cuatro partes: cofia, punto de crecimiento, región de elongación y región de los pelos radicales

FIG. 4 CORTE LONGITUDINAL DE UNA RAIZ DE CAÑA DE AZUCAR



Cofia: También llamada caliptra o pilorriza, protege los detalles delicados tejidos del punto de crecimiento contra los daños que le pueda ocasionar el suelo cuando las raíces crecen.

Punto de crecimiento: Consiste principalmente en un meristemo apical donde se produce la división celular, lo que da por resultado la continua formación de nuevas células a la raíz.

La región de elongación: En esta parte las nuevas células que se forman detrás del punto de crecimiento aumentan de largo y de diámetro hasta que llegan a su tamaño definitivo. Este proceso de elongación es el que aporta la fuerza para que el extremo de la raíz se abra paso en la tierra.

La región de los pelos de la raíz: se caracterizan por el hecho de que muchas de las células epidérmicas al cambiarlas hacia fuera forma puntos sobresalientes en forma de pelos unicelulares, aumentando así considerablemente la superficie de absorción.

Distribución de la raíz. La distribución de la raíz en profundidad en una caña adulta es mas o menos la siguiente: 60% se encuentra en los primero 30cm, el 90% en los 60cm de profundidad.

TALLO

FUNCION

Es la estructura de sostén o soporte de la planta

TIPOS

Los tallos se clasifican de acuerdo a una serie de características, entre las que tenemos principalmente la siguiente:

POR SU LONGITUD:

- Tallos cortos, con 2 metros de largo;
- Tallos medios, de 2 a 3 metros de largo;
- Tallos largos, con más de 3 metros de largo. **(Sánchez, 1972)**

POR SU HÁBITO DE CRECIMIENTO:

- erectos, cuando crecen verticalmente;
- reclinados, cuando crecen oblicuamente;
- postrados, cuando al llegar la planta a cierta edad apoya su tallo sobre una porción de los entrenudos inferiores.

POR SU GROSOR

- Delgado: 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 esta una de las más engañosas, ya que depende de la fertilidad del suelo y la exposición a la luz. **(Duron, 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 oscuro entero: cuando es rojo, violeta, morado, púrpura o con matices intermedios.
- Variegados: cuando presente estrías o rayas longitudinales de diferente color.

El tallo esta formado por una sucesión alterna de nudos y entrenudos. Los nudos están limitaos por una zona de color mas 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. **(BRUZON, 2007)**

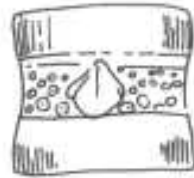
Por su formación, el **nudo** puede ser erecto:

- 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.

FIG. 5 TIPOS DE NUDOS Y ENTRENUDOS DEL TALLO DE LA CAÑA DE AZÚCAR



Banda ancha



Banda constreñida



Banda conoidal



Banda obconoidal

TIPOS DE NUDOS



Cilíndrico



Abarrilado



En forma de huso

A: Tipos de nudo

TIPOS DE ENTRENUDOS



Conoidal



obconoidal



cóncavo-convexo

La región del nudo comprende de arriba hacia abajo las siguientes partes:
(Bruzon, 2007)

- 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 esta constituido por tejido fibroso que en forma de disco, separa a dos entrenudos vecinos en el tallo.

5.- Yema u ojo. Es el órgano mas importante de la semilla, con capacidad de la cicatriz de la vaina; puede ser corta o larga, ancha o angosta, aplanada, prominente o hundida.

6.- Anillo ceroso: frecuentemente en algunas variedades se presentan hendiduras que incluso, sirve de característica de identificación y se les denomina grietas o rajaduras.

4.1.3 HOJAS

Función. La función principal de la hoja es la fotosíntesis

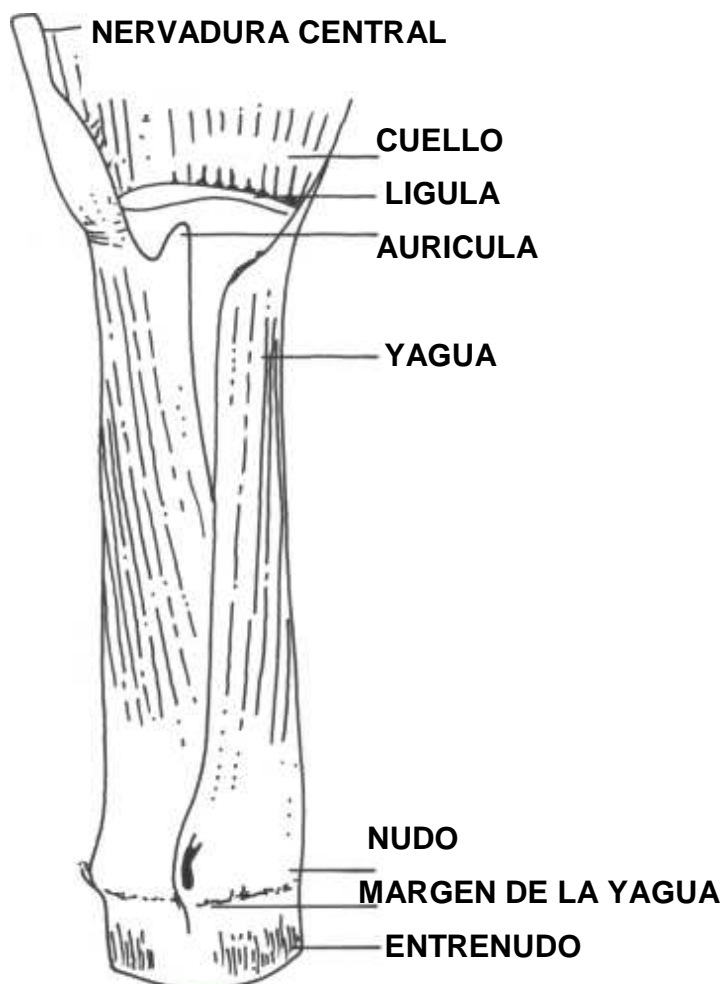
Las hojas de la caña son alternas, colocadas más o menos en el mismo plano de adherencia al nudo; ocasionalmente difiere esta colocación; pues se han observado casos con un arreglo foliar en espiral. La hoja esta constituida por el limbo y la vaina. La vaina semeja la forma de un tubo mas ancha en su 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 ocasionalmente de color rojo púrpura, cuando la hoja alcanza su completo desarrollo **(Sánchez, 1972; Quiñones, 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 varia de media pulgada a 4 pulgadas de ancho, según la variedad **(Humbert, 1974, SEP, 1983).**

El número de hojas verdes es pequeño en las plantas jóvenes y aumenta a medida que los tallos crecen hasta un número máximo de 10 a 15, dependiendo de la variedad y de las condiciones de crecimiento. La vaina o parte de la lámina de la hoja. Es de forma tubular mas ancha y gradualmente se estrecha hacia la banda ligular. La exterior de la vaina es verde y a menudo cubierta de pelos, en tanto que la cara interior es de color claro. Extendiéndose a través de la vaina de la hoja están los manojos vasculares, o sea el tejido 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 cultivadas; en algunas, a medida que las hojas mueren y se secan, la vaina se separa o suelta del tallo desprendiéndose del nudo. Se dice entonces que la caña despeja bien. El agua que retiene en las vainas propicia la germinación de las yemas y raíces adventicias **(Benvenuti, 1981; Ochse et al, 1982)**

FIG 6. PARTES ESTRUCTURALES DE LA HOJA DE LA CAÑA DE AZUCAR



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, fue descrita por Soltwedel en Java en el año de 1988. 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 sedosos que salen de la base de las espiguillas (**Valdez, 1980; 1946; Ochse et al, 1982**).

Cada espiguilla contiene una flor hermafrodita, el ovario es de forma ovalada y lleva en sus extremos un pistilo bifido de estigmas plumosos de color 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. 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 vienen a constituir los vestigios del perianto; 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 sesil y otra pedicelada. 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**).

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 esta 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, 1994)**.

El termino “semilla” usado en la industria, se refiere a los trozos de caña que normalmente usan para la propagación vegetativa, que hace inapropiado dicho termino en la practica ya que, hablando en forma estricto, esta semilla no es mas que un trozo de caña **(Ochse et al, 1982)**.

V. MEJORAMIENTO GENETICO
EN CAÑA DE AZUCAR

V. MEJORAMIENTO GENETICO EN CAÑA DE AZUCAR

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 relaciona los estudios realizados a fines del siglo XIX y principios del XX, tendientes a solucionar los graves problemas que habían casi arruinados a la agricultura y ala industria de la caña de azúcar en diferentes regiones del mundo.

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

HIBRIDACION

En los cruzamientos con caña de azúcar la mecánica es muy simple: la planta hembra se cultiva o es llevada a un lugar aislado para reducir la probabilidad de un polinización cruzada aleatoria. De dos o mas espigas macho cortadas con varios entrenudos, se colocan junto a la espiga hembra durante 6 a 10 días que dura la polinización. Los métodos de cruza utilizados se indican a continuación:

Polinización libre: Se obtiene semilla por medio del cruzamiento natural de las plantas en cultivo

Cruzamiento al Azar: Variedades que producen polen fértil, poco polen y polen estéril, se colocan siguiendo la disposición de l tablero de ajedrez, para su cruzamiento aleatorio.

Emasculación: Supresión de los órganos reproductivos masculinos. Cuando fue posible clasificar a las variedades en machos y hembras, se evitaban las cruzas no programadas cubriendo las espigas de las plantas hembras.

Cruzas en Pabellón. Las espigas hembras son confinadas en una protección de vidrio o plástico, procediendo igual que en las cruzas de pabellón.

En los métodos descritos se utilizan tallos que permanecen en el surco. Sin embargo, con el propósito de proteger las espigas del ambiente o bien para ejercer un mayor control sobre la crusa se ha implementado lo siguiente:

Acodos. Con un sustrato que permita el enraizamiento, se cubren de dos a tres nudos, una vez inducido el brotamiento de raíces se córtale tallo y es trasladado al lugar de los cruzamientos.

Solución aséptica: los tallos macho se colocan en un frasco con solución de ácidos para evitar la obstrucción de los vasos conductores de la planta, que se llevan al apareamiento con la hembra. Se requiere agregar solución nueva a intervalos regulares y reemplaza cada semana.

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:

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

- 2) 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 cruzas. Desventaja que elimina un porcentaje muy alto de las plántulas producidas (Ojeda, 1978).

El tipo de cruzamientos incluye tres variantes:

Cruzas biparentales. Apareamiento de dos progenitores hembra permanece en cepa y macho en solución aséptica (adaptación de original de canal Point, Fla, EUA.).

Cruzas multiparentales. Apareamiento masivo de hembras y machos que se mantienen en solución aséptica (adaptación de original de Hawaii)

Cruzas en linternilla. Apareamiento de dos progenitores mantenidos en solución aséptica y protegidos en estructuras cubiertas con manta de tejido muy fino adaptación de tejido muy fino (adaptación de original de Australia).

SELECCIÓN DE HIBRIDOS.

Producción de plántula. Obtención de plántulas derivadas de la semilla obtenida de los cruzamientos y sembrada en almácigos para posteriormente transplantarla. Se realiza la prueba de mosaico.

Fases de la selección. Comprende una serie de evaluaciones sucesivas que concluyen en la obtención de variedades adaptadas a determinadas circunstancias en un periodo de 10 a 12 años.

**CUADRO 4. CARACTERISTICAS PARA LA EVALUACION Y SELECCIÓN DE
VARIETADES DE CAÑA DE AZUCAR.**

AGRONOMICAS

GERMINACION	POBLACION
CIERRE DE CAMPO	ALTURA
HABITO DE CRECIMIENTO	MEDULA
RESISTENCIA AL ACAME	OQUEDAD³
DESPAJE¹	FLORACION
TENACIDAD	SANIDAD
AHUATES²	RENDIMIENTO DE CAMPO
UNIFORMIDAD DE DESARROLLO	

INDUSTRIALES

BRIX	RENDIMIENTO DE AZUCAR
SACAROSA, PUREZA Y FIBRA	TEORICO/HA.
TIPO DE MADUREZ	JUGOSIDAD
	DUREZA DE LA CORTEZA

DE ADAPTACION

ALTITUD	VIENTOS
PRECIPITACION	SEQUIA
TIPO DE SUELOS Y DRENAJE	HELADAS

¹ **DEPAJE:** CONSISTE EN LA CAIDA DE LAS HOJAS VIEJAS Y ES DE IMPORTANCIA PARA EL CORTE Y COSECHA

² **AHUATES:** SE REFIERE A LA PUBESCENCIA QUE SE PRESENTA EN LA VAINA DE LA HOJA

³ **OQUEDAD:** FORMA DE DETERIORO DE LOS TALLOS, SE PRESENTA COMO UNA ESPECIE DE AHUECAMIENTO EN LA PARTE CENTRAL DEL TALLO QUE SE INICIA DESDE LA BASE HACIA ARRIBA.

METODOS DE MEJORAMIENTO GENETICO EN CAÑA DE AZUCAR

Antiguamente cuando no se tenían estaciones de hibridación, el mejoramiento de la caña de azúcar se hacía por medio de la selección del material existente de la especie *saccharum officinarum*, sobre todo en los trópicos.

En la actualidad, la hibridación es la parte medular del mejoramiento genético de la caña de azúcar y continua siendo el principal medio para la obtención de variedades mejoradas. El mejoramiento genético de cultivos clonales se limita al cruzamiento de progenitores heterocigóticos, para posteriormente, seleccionar plantas F1 y en las subsecuentes generaciones clonales, con el propósito de seccionar los mejores segregantes.

Los métodos de hibridación en caña de azúcar son necesariamente empíricos, debido a la diversificación extrema del complejo de los factores de la herencia y a que la propagación vegetativa no requiere la pureza genética de las variedades. Se busca introducir en las nuevas variedades el vigor, la rusticidad y la resistencia a las enfermedades de las especies nobles, además de la adaptación a una gran variedad de climas y suelos.

BANCO DE GERMOPLASMA

Los programas de hibridación dependen básicamente de la disponibilidad de germoplasma de la realización de los cruzamientos.

El mejoramiento del cultivo depende de la calidad de la base genética; el banco de germoplasma constituye la reserva de material genético como fuente de variación en la obtención en el complejo de características favorables.

Precisamente, el germoplasma es la base de partida de todo programa de mejoramiento, sustentado en la diversidad genética que aportan las diferentes formas originales del género *saccharum*, géneros afines e híbridos destacados en diferentes grados de avance generacional. Sin embargo, el limitado uso y explotación de estos recursos ha propiciado que los progenitores actuales sean de alto índice de consanguinidad y como consecuencia, los rendimientos y la resistencia a las enfermedades no han sido los esperados.

De acuerdo al anterior, se requiere del aprovechamiento racional y efectivo de la base genética; para lo cual se debe recurrir a la caracterización del banco de germoplasma y de esta forma conocer las potencialidades disponibles para encauzar los cruzamiento. En todo programa de mejoramiento, la decisión en cuanto al tipo y número de progenitores a utilizar se debe apoyar en la confianza de acuerdo al análisis de la aptitud combinatoria formal; por consiguiente, los alcances en la obtención de variedades mejoradas dependen de la participación de progenitores de valor comprobado por medio de su descendencia.

Los países que desarrollan programas de mejoramiento genético en caña de azúcar, llevan a cabo acciones importantes para la integración y caracterización del banco de germoplasma, con el principal propósito de aprovechar la diversidad genética para el rescate de cualidades favorables que inciden en la productividad agroindustrial.

Los progenitores están clasificados de acuerdo al comportamiento de los híbridos descendientes en el proceso de selección. Según el criterio siguiente:

Categoría A. Progenitores que han producido variedades mexicanas que llegaron a adoptarse en el cultivo comercial.

Categoría B- Progenitores que han producido variedades nacionales que alcanzaron etapas avanzadas en la selección, sin lograr establecerse en el cultivo comercial.

Categoría C. progenitores que han producido variedades mexicanas que alcanzaron etapas intermedias de la selección.

Categoría Museo: progenitores cuya progenie es eliminada en etapas iniciales del proceso de selección.

VARIEDADES Y TIPOS

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 cultivara, serán lo que rinda los máximos resultados tanto para el productor como para el industrial.

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).

CUADRO.5 PRINCIPALES VARIEDADES DE CAÑA DE AZUCAR EN MEXICO Y EL ESTADO DE VERACRUZ CENTRO.

MEX 69-290	L60-14
CP72-2886	Q96
MEX68-P-23	My55-14
MEX57-473	MEX79-431
NCo310	MEX73-523
Co997	MEX70-485

VI. FENOLOGIA Y FISIOLOGIA **DE LA CAÑA DE AZUCAR**

VI. FENOLOGIA Y FISIOLOGIA DE LA CAÑA DE AZUCAR

P.N. Camargo, en su texto "Fisiología de la caña de azúcar" trata en forma precisa y clara el comportamiento fisiológico de la caña de azúcar en sus diferentes etapas de desarrollo, poniendo énfasis también en los factores que influyen en ellas, tomando en cuenta otras experiencias podemos señalar que en el desarrollo de la planta de caña de azúcar es importante conocer y distinguir las siguientes etapas: germinación, amacollamiento o ahijamiento, crecimiento y maduración, así como los factores que las influyen, con el propósito de hacer un mejor manejo de las variedades en cultivo comercial, así como generar y/o emplear tecnologías que efficienten los procesos que interviene en dichas etapas. Bajo este contexto se describen a continuación:

6.1 GERMINACION

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 esta es de 6°C, el desarrollo prácticamente cesa. La germinación termina con la emisión de las raíces primordiales que se originan de los meristemos radiculares de la banda de raíces en los entrenudos del tallo de la semilla (**Cabrera, 1944; Sánchez, 1972**).

La germinación es el proceso por el cual se da paso de los órganos primordios latentes en la yema al estado activo de crecimiento y desarrollo.

Factores que influyen en la germinación:

a) factores externos:

Temperatura. Es uno de los factores mas importantes que regulan el proceso de germinación en términos generales se establece que las temperaturas optimas par la germinación oscilan entre los 24 a los 37 °c.

Humedad. La humedad es absolutamente esencial para promover la activación del brote de la yema durmiente, la humedad adecuada al momento de la siembra significa una mayor germinación.

Preparación del terreno. Una adecuada preparación del terreno proporciona una buena cama de siembra, que significa buen mullimiento y buena aireación del suelo, aspectos bastante importantes para la germinación, ya que esta requiere de oxigeno; además un suelo mullido facilita la penetración de las raicillas y la emergencia de la plántula.

Calidad de la semilla. El empleo de semilla joven (de 8 a los 10 meses de edad de ciclo plantilla) con tallos y yemas turgentes, sana (libre de daños de plagas y enfermedades o daños mecánicos), sin raíces adventicias ni yemas brotadas, significa material vegetativo de calidad, lo cual garantiza una mayor y mejor brotación.

Tratamiento de semilla. El tratamiento a la semilla con agua caliente (52 durante 20 minutos), además de evitar la propagación de ciertas enfermedades, como el carbón, estimula la germinación; asimismo, el tratamiento de la semilla con insecticidas y fungicidas al momento de la siembra impide la fermentación de la parte cortada. Con lo que se mejora la germinación, ya que la fermentación perjudica el desarrollo de las yemas porque sus productos son tóxicos.

Tipo o método de siembra. La cantidad de semilla que se siembra por hectárea influye en el grado de germinación, se espera que a mayor cantidad de semilla habrá mayor germinación, pero esto es variable.

Grosor del Tape. Para buena germinación la semilla, debe quedar cubierta con una capa de 3 a 5 centímetros de suelo, a menos que existan problemas de sequía se recomienda cubrir con una capa mas gruesa para evitar las perdidas de humedad.

Profundidad de la semilla. En general profundidades de 25 a 30 cm. Favorecen la germinación.

b) factores internos:

Variedad. Cada variedad debido a su constitución genética manifiesta diferente capacidad de germinación hay variedades de rápida y buena germinación y viceversa.

Posición de la yema en el tallo (edad de la yema). Se ha observado que las yemas más jóvenes, es decir, las de la parte superior manifiestan una mayor germinación, por lo cual deben emplearse como semilla, preferentemente las puntas del tallo, pero esto no resulta práctico desde el punto de vista comercial.

Longitud del trozo de caña y nº de yemas por trozo. La investigación ha demostrado que los trozos de 3 yemas es el más adecuado para una buena germinación.

Intervalo de tiempo entre corte y siembra. La experiencia ha demostrado que la germinación de las yemas mejora cuando los trozos quedan expuestos a la evaporación o secado durante unos 5 o 6 días.

Presencia de la vaina de la hoja. Preferentemente se debe de eliminar la vaina, ya que esto favorece una rápida germinación; sin embargo, se debe sopesar los costos, ya que los eleva considerablemente; dejar la vaina solo retarda la germinación y en ocasiones la disminuye. En condiciones de humedad limitada se aconseja destlazar la semilla.

Amacollamiento. Consiste en la brotación de nuevos tallos, a partir de la planta germinada o tallo primario para constituir propiamente la cepa. **(Ortiz, Villanueva, 1981)**

CRECIMIENTO (de las partes aéreas).

Factores que influyen en el crecimiento:

Variiedad. Hay variedades precoces y tardías, las precoces completan su desarrollo a corto plazo, algunas llegan a completarlo en un año.

Humedad. Existe una relación interesante entre la humedad del suelo y el crecimiento.

Fertilizante. El crecimiento de la caña es marcadamente afectado por la proporción en que se aplican los fertilizantes.

Temperatura. Las variaciones en el crecimiento están correlacionadas con las variaciones de la temperatura, es decir, hay una correlación hasta cierto límite entre los incrementos de temperatura y crecimiento.

Luz. La caña es por excelencia un aplanata de sol. La intensidad luminosa afecta todo el complejo del crecimiento de la caña.

Superficie foliar. El deshojamiento reduce el crecimiento, debido a que se reduce la capacidad fotosintética.

Viento. Los vientos fuertes son siempre perjudiciales, ya que tienden a disminuir el área foliar, por el desgarre de hojas y producen otros daños, como el acame, el cual afecta el crecimiento y la calidad del jugo, ya que hay formación de almidón en el lado cóncavo del tallo.

DESARROLLO

El termino desarrollo corresponde a una serie de transformaciones de tipo morfológico y fisiológico que ocurre en la planta en forma continua. El clima y los factores que en el intervienen tales como la temperatura, luminosidad, humedad relativa y capacidad de campo del suelo cultivado, determina el desarrollo y producción de cosecha. El gran periodo 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 tambien limitada. A medida que estos órganos aumentan en numero, tamaño y área, las funciones metabólicas de la planta crecen correspondiéndole un aumento en materia, tamaño y peso (**Sánchez, 1972**).

MADURACION

Factores que la afectan:

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)

Clements, citado por Ortiz Villanueva (1981), describe la maduración de la caña como una fase fisiológica senescente entre el crecimiento rápido y la muerte final de planta; mientras que **Van Dilewjin (1953)**, define la maduración como un proceso de acumulación de sacarosa en los tejidos de la caña.

A) Factores internos:

Variedad. Las variedades manifiestan diferente comportamiento en cuanto a su capacidad y forma para producir y acumular sacarosa; esto se debe principalmente, a diferencias geneticomorfológicas, como son las diferencias de área foliar, el promedio de asimilación por unidad de superficie, la capacidad de rendimiento y el tipo de madurez, entre otros.

Edad de las hojas de la planta. La edad de las hojas afecta la capacidad y asimilación de la caña; en términos generales, se estima que el promedio que esta decrece con la edad, aunque se precisa que las hojas maduras, jóvenes y viejas presentan alta, mediana y baja deficiencia fotosintética. Se encontró que las hojas números 3 a 8 son las más activas.

B) Factores externos:

Humedad. Afecta directamente el contenido de sacarosa, mediante su acción sobre otras funciones vitales de la planta, especialmente el crecimiento; mientras mayor sea la cantidad de asimilados utilizados de crecimiento, menor será la cantidad disponible para el almacenamiento; por ello, el régimen de agua mas eficiente para promover la maduración es el que presenta mayor restricción al crecimiento, o sea que solo permita cierto crecimiento con el propósito de contar con un volumen adecuado de tallo para almacenamiento, manteniendo un suplemento liquido suficiente para la síntesis, tras locación y almacenamiento del azúcar.

Temperatura. Las variaciones diarias y estacionales de la temperatura, influyen favorablemente en el proceso de acumulación de sacarosa; todo lo contrario ocurre con la temperatura constante.

Luz. La intensidad, la calidad y la duración de la luz son las tres características principales que influyen en la fotosíntesis y en la asimilación sacarosa de la caña de azúcar.

Fertilizantes. La asimilación y formación de sacarosa, están tambien influenciadas de manera directa e indirecta por los fertilizantes.

El nitrógeno (N) tiene un efecto positivo aumenta el promedio de asimilación, el contenido de clorofila en la hojas e influye sobre la calidad del jugo y en la formación de azúcares. Su efecto negativo sobre la maduración se presenta en las siguientes situaciones: **(Ortiz, 1981)**.

Aplicaciones elevadas o extemporáneas en relación al periodo de crecimiento.

Estimulo de crecimiento por nitrógeno en función de riego tardío.

El potasio (k) promueve la formación de azúcares (su deficiencia reduce la actividad fotosintética) y tiene un papel determinante en la traslocación de la sacarosa, que su deficiencia restringe el movimiento de la sacarosa de las hojas al tallo.

FLORACION

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 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 de el verano **(Rodríguez, 1987)**

CONTROL DE LA FLORACION

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:

CUADRO 5. CONTROL DE LA FLORACIÓN

<p>Control de la floración con la luz: No se ha inventado ningún medio práctico para controlar por iluminación la floración.</p>

<p>Control de 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 urea.</p>
--

<p>Control con el manejo de riego: El procedimiento para este 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.</p>

<p>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 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 utilizan para las malezas que compiten con la caña de azúcar para un mejor control.</p>

VII. CONDICIONES ECOLOGICAS **Y EDAFICAS**

VII. CONDICIONES ECOLOGICAS Y EDAFICAS

CONDICIONES ECOLOGICAS

La caña de azúcar se origina en las regiones tropicales y subtropicales del mundo y a través de su desarrollo y evolución a ampliado su capacidad de adaptación a una mayor diversidad ecológica.

Clima. La caña de azúcar se desarrollo principalmente en climas tropicales y subtropicales (calidos, húmedos y subhúmedos) con temperaturas que van de los 10°C hasta los 40 °C y precipitaciones desde 950 mm en adelante **margelsdorf citado por garcia (1984) indica** que las características de un clima ideal par ala caña son:

- Un verano largo y caliente, con lluvias adecuadas 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.

Suelo. La caña de azúcar es una planta que se adapta a una gran diversidad de suelos y de condiciones edáficas en general; prospera el suelo de textura franca, hasta la arcilla, de profundidad alta a baja, de buena a mala fertilidad, de PH ácidos hasta alcalinos, de topografía plana hasta ondulada etc.

Arzola (1997) menciona entre las características edáficas ideales para la caña de azúcar las siguientes:

- Textura franca
- Topografía plana
- Alta fertilidad y contenido de materia orgánica
- Buena profundidad
- Buen drenaje interno y superficial
- Ausencia de pedregosidad
- Buena capacidad de intercambio cationico
- Sin problemas de salinidad y sodicidad

CUADRO 6. ÍNDICES CLIMÁTICOS PARA LA CAÑA DE AZÚCAR.

TEMPERATURA	PRECIPITACION
<ul style="list-style-type: none"> ➤ margen de germinación optima 32 a 38°C ➤ margen optimo para el desarrollo y absorción de nutrientes ➤ Margen de desarrollo normal de la caña 21 a 38°C ➤ Margen en que la caña retarda su desarrollo: 1° 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 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Las zonas de precipitación pluvial menor de 1500 mm anuales y mal distribuidos requieren riego ➤ La necesidad de agua para la caña en clima templado calido (subtropical) varia de 3.8 a 8.6 mm por día en un año completo ➤ La necesidad de agua para la caña en clima calido varia de 4.8 a 8.9 mm por día en un año completo ➤ En México el promedio general acusa valores de 5.48 a 6.84 mm por día en un año completo ➤ En México el promedio general acusa valores de 5.48 a 6.84 mm por día en un año completo

DESCRIPCION DEL AREA UBICACIÓN

La Antigua, se localiza en la región centro-oriente en el estado de Veracruz, entre las latitudes 19° 09' y 19° 57' norte y las longitudes 93° 13' y 96° 47' oeste de greenwich. Limita al norte con el Distrito de Desarrollo Rural de Martínez de la Torre, al sur con el Distrito de Veracruz, al este con el Golfo de México y al oeste con los Distritos Coatepec y Fortín.

Su extensión territorial comprende una superficie de 252,273 hectáreas equivalente al 3.5% respecto al total del Estado, distribuidas en dos Centros de Apoyo al Desarrollo Rural denominados centro de apoyo Actopan con una superficie de 169,772 hectáreas y centro de apoyo Paso de Ovejas con una superficie de 82,501 hectáreas, equivalentes al 67.3% y 32.7% respectivamente con relación a la superficie total del distrito. En su extensión territorial están comprendidos los municipios: Alto Lucero, Actopan, Antigua, Puente Nacional, Paso de Ovejas y Úrsulo Galván, distinguiéndose el municipio de Actopan con la mayor superficie 32.6% y el municipio la Antigua con la menor extensión territorial 4.2% respecto a la superficie total del distrito.

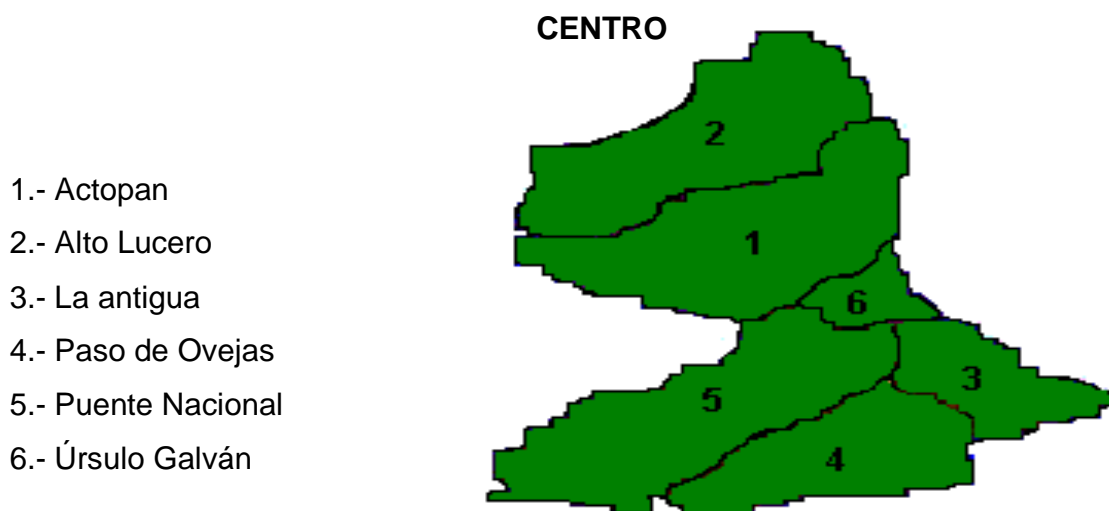
CONDICIONES AMBIENTALES: Altitud: 29 m.s.n.m. 19°22' 20" LN y 96°21' 43" LO. Precipitación promedio anual: 1,029.4 mm. Temp. Media anual: Máx.: 30.6°C. Min: 21.0°C. Año más lluvioso: 1,694.0 mm. Año más seco: 906.8 mm. Ríos y Lagos Circundantes: Río La Antigua y Río Actopan, a los cuales se les unen diversos afluentes.

VARIEDADES: Méx. 69-290: 38.20%. 0-96: 16.0%. CP 72-2086: 11.31%. Méx. 68-P-23:11.1%. Méx. 79-431: 9.15%. Co-997: 5.1%. Mezcla:3.8%. RD 75-11: 1.6%. Méx. 70-485: 1.1%. Otras: 2.5%. En Observación: Méx. 91-662: 0.1%. MOD 95-415: 0.02%. Méx. 91-130: 0.01%. Méx. 91-566:0.01%.

SISTEMAS DE IRRIGACIÓN: La zona de abastecimiento está comprendida dentro del Distrito de Riego No. 006 La Antigua, formada por 3 unidades: La Antigua (Coanalag), Puente Nacional y Actopan, pertenecientes a la Comisión Nacional del Agua y en operación por la Asociación de Usuarios. Además, dentro de la zona, se cuenta con pozos profundos y fuentes de abastecimiento naturales que apoyan los riegos de aspersión y de motobombas. Superficie irrigada: 10,252.50 ha. Por gravedad: 70%. Por pozo profundo:8%. Por bombeo: 14%. Por goteo: 1%. Por temporal: 7%. Superficie total cosechable: 11,002.75 ha.

TIPO DE TIERRAS: Fluvisoles entricos: suelos aluviales con características apropiadas para el cultivo. Vertisoles Pélicos: suelos sumamente arcillosos, muy duros en seco y muy plásticos y pegajosos en húmedo, difíciles de labrar y de drenaje interno lento. Lubrisoles vértices: suelos de topografía cerril de fertilidad media. Cambisoles vertiúos: suelos de espesor medio, pedregoso y de topografía accidentada.

FIG. 7. MUNICIPIOS QUE COMPRENDE ZONA CAÑERA DE VERACRUZ



CONDICIONES EDAFICAS

SUELOS

Siendo la base del rendimiento de la caña de azúcar el desarrollo de un sistema radicular 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 base al sistema de clasificación de unidades de suelo FAO/UNESCO, en el área de la zona centro del estado de Veracruz., se distinguen varios tipos de suelo, lo cual se debe a la diversidad de clima y a los habitats edáficos existentes, identificándose en las distintas subprovincias las siguientes unidades de suelo: Feozems, Vertisoles, Litosoles, Regosoles, Luvisoles y Andosoles, en los cuales se distinguen variadas subunidades. En cuanto a texturas se identifican desde suelos arcillosos, francos, arenosos y limosos en sus distintas combinaciones.

SALINIDAD Y SODIFICACION

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

CUADRO 7. SALINIDAD Y SODIZACION

Clasificación	Índice o clase	Características generales de los suelos
Normal	Primera	C.E. x 1000 menor de 4 milimhos/cm a 25°C. P.S.I. mayor de 15%
Salino	Segunda	C.E. x 1000 mayor de 4 milimhos/cm a 25°C P.S.I. menor de 15%
Salino-sodico	Tercera	C.E. x 1000 mayor de 4 milimhos/cm a 25°C P.S.I. mayo de 15%
sodico	cuarta	C.E. x 1000 menor de 4 milimhos/cm a 25°C P.S.I. mayor de 15%

Fuente: (Domínguez, 1985).

PH

La reacción del suelo se mide por el Ph, que es el potencial hidrogeno, equivalente al logaritmo del recíproco de la concentración de iones de hidrogeno 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 practica, que es de 6.5 a 7.5 (teórica = 7). Los índices de acidez y alcalinidad son:

CUADRO 8. PH

Acidez	Ph
Muy fuertemente acida	3.0 – 4.0
Fuertemente acida	4.0 – 5.0
Moderadamente acida	5.0 – 6.0
Ligeramente acida	6.0 – 6.5
Neutralidad practica	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	Mas de 10.0

Fuente (Humbert, 1974)

DRENAJE

El drenaje puede ser:

- a) superficial o extremo

CUADRO 9. DRENAJE 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 a las aguas superficiales.

b) interno o profundo:

CUADRO 10. DRENAJE INTERNO O PROFUNDO

CLASIFICACION	CARACTERÍSTICAS
Normal	Manto freático a mas 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

Fuente: (Garcia, 1973)

FACTORES TOPOGRAFICOS

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).

b) Los suelos de superficie irregular: 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 de suelos.

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

NIVEL DE FERTILIDAD

El índice 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 requerimientos 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 abajo 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:

CUADRO 11. NIVEL DE FERTILIDAD

INDICE	NITROGENO %	FOSFORO %	POTASIO %
Muy bajo	Menos de 1.0	Meno 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	Mas de 2.0	Mas de 0.18	Mas de 2.00

Los porcentajes de elementos son en base de materia seca.

CUADRO 12. INDICES EN LA SECCION 8 – 10 TALLOS

INDICES	NITROGENO %	FOSFORO %	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	Mas de 0.30	Mas de 0.06	Mas de 1.50

Fuente (Garcia, 1973).

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 rendimiento y la efectividad de los esfuerzos y de lo medios dedicados a la suplementacion de los otros tres. El uso de los fertilizantes acrecienta la efectividad de los cuatro requisitos señalados **(López, 2002).**

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 nitrógeno en el suelo debe ser lo mas reducido posible para una buena recuperación del azúcar, especialmente cuando el periodo de maduración es húmedo y calido **(FAO, 1980)**.

ELEMENTOS MAYORES

El nitrógeno (N), el fósforo (P) y el (K) son los elementos que las plantas consumen en mayores cantidades, por lo cual se agotan mas rápidamente en el suelo y consecuentemente tienen que agregarse como fertilizantes. Cuando alguno de ellos falta en la planta, esta muestra su carencia externando determinada sintomatología, cuyas principales características son:

a) deficiencias 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 mas 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 característica de la planta de caña que no esta 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 aquella ocasionada por la falta de fierro o manganeso, o bien la inducida por las 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 si, por lo cual antes de diagnosticar hay que observar cuidadosamente las condiciones locales.

b) deficiencias de fósforo

Independientemente de la variedad en explotación, la deficiencia de fósforo proota 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 un coloración café con el centro necrotico. 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 espectro 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 tras locación del potasio de las partes viejas a las zonas jóvenes **(López, 2002)**.

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 contienen en cantidades suficientes, no es necesario agregándolos 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

b).- magnesio.

Las hojas jóvenes toman una coloración verde claro, y las viejas verde amarillamiento, 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 del 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)

ELEMENTOS MENORES

Los elementos menores son aquellos que, aun 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 mas 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 el follaje con bomba de mochila aspersora o con aspersores montados en tractor.

b) manganeso

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 las franjas que denotan 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 manganeso comercial en los fertilizante 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 400kg/ha en suelos fuertemente alcalinos (**Aguirre, 1987**).

La deficiencia del boro se corrige con aplicaciones de 15 Kg./ha de bórax en suelos ácidos ligeros, a 60 Kg./ha en otros tipo de suelo.

c) Zinc

Aparición de líneas blancas a lo largo de la venas mayores de las hojas, en marcado contraste con las bandas cloróticas del fierro y del manganeso, que afectan las zonas de la hoja entre la yemas; 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, mas de 400 gramos de cal hidratada, en 100 litros de agua, por hectárea.

d) 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 bórdeles 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 1cm 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 80g/ha es suficiente mezclado con superfosfato **(López, 2002)**.

VIII. LABORES CULTURALES

VIII. LABORES CULTURALES

GENERALIDADES

La preparación del terreno: Se inicia con roce, junta y quema de la basura, seguido de las labores mecánicas tales como: Subsuelo profundo, 2 barbechos (cruzados, arado de discos), 2 rastras y surcado, existiendo variantes de acuerdo al tipo de suelo y, en algunos casos, se lleva a cabo la nivelación, ya sea con escrepas y/o rayos láser.

Existen variantes de siembra debido a los tipos de suelo que se registran; el más generalizado es a cordón doble y/o sencillo pica y tapa con azadón; el otro sistema es el de "siembra pisada", principalmente en suelos arcillosos, donde pica y tapa con agua de riego.

La preparación de los suelos en la región centro del estado de Veracruz; consiste en 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)**.

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 esta 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 región de cardel zona centro del estado de Veracruz.

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.

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

3.- rastreo: esta es una labor importante en el rastreo, sobre todo en aquellos terrenos en que los barbechos han dejado terrones mas o menos grandes, pues la rastra los reduce en fracciones mas pequeñas. Se realiza unos diez días después de haber llevado a cabo la cruza.

4.- topografía: tramo de surcada y regadera 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 are real acreditada. Se hace inmediatamente después de que ha rastreado.

5.-: consiste en la formación de los surcos en que ira depositada la semilla, dejando para esta 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, 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 estos en condiciones de que el agua corra libremente y se eviten pérdidas por infiltración o evaporación debidas ala baja velocidad del agua. Este trabajo se hace al mismo tiempo que el rastreo y la surcada.

2.- Construcción de regadera: las regaderas son canales pequeños de iguales dimensiones que los surcos, y generalmente transversales a estos, 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 este.

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)**.

LABORES DE CULTIVO

Con maquinaria agrícola y en parte con tracción animal, así como aplicación de agroquímicos (herbicidas) y 3 limpiezas manuales alternadas.

Plantillas: 2 cultivos y un aporque al cierre de campo.

Socas y resocas: se realiza después del corte la junta y quema y destronque el subsuelo central y se mantienen 2 limpiezas y el procedimiento es similar a las plantillas, es decir, se combina la labor manual y la aplicación de herbicida.

Además se aplica fertilizante con maquinaria (fertilizadora), complementándose con 1 ó 2 cultivos y un aporque como cierre de campo.

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 o 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)**.

CUADRO 13. MANEJO DE SEMILLEROS

Destrucción de capas del cultivo anterior	Control de malezas
Descanso del lote de 2 a 3 meses	Humedad adecuada
Siembra de la semilla	Diagnostico de enfermedades
Aplicación de nutrientes	Corte entre 7-9 meses con herramienta desinfectada

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 esta 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 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)**

CLASES DE SEMILLA

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

Semilla de paltilla 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.

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 furadan o ya sea nuvacron **(zucarmex, 2003)**.

LABORES PREVIAS A LA SIEMBRA

a). fertilización fondo de surco (fertilizante 17-17-17)

b). insecticida para plagas del suelo.

- Cufuran 5% 20 Kg. /ha (al fondo de surco)
- Velfuram 3% 20 Kg. /ha (al fondo de surco)

IX. SIEMBRA

IX. SIEMBRA

La siembra es de tipo doble cordón aunque en algunos casos de cordón sencillo, 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 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 se 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.

Preferentemente la semilla debe 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 solo influye en la germinación y el establecimiento de la población, sino también en el desarrollo 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 se logrará una producción mayor de alto rendimiento.

Para la siembra en esta región comprende los siguientes aspectos:

1.- corte de la semilla: consiste en separar los tallos del suelo cortándolos con machetes 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 ton /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 reencuentra en campo se le despoja de la paja, posteriormente los tallos se dividen en trozos conteniendo cada uno de 3 a 6 yemas, con lo cual quedan unos 60 cm.

5.- Tapado de la semilla: cuando la semilla se encuentra formando un cordón en el fondo del surco, se procede a taparla con una capa de suelo de 5 cm, ya sea con azadón o pala, con un 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, si no hay lluvias en el tiempo en que se hace la siembra, se da el riego de asiento para proporcionar al suelo la humedad necesaria y que la caña comience a germinar. Este riego generalmente se da con una lámina de agua mayor que los subsecuentes.

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.

EPOCA DE SIEMBRA

El periodo 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.

En algunos lugares de la región deben de sembrar a principios de la época de lluvias

SISTEMAS DE SIEMBRA

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 capa de tierra que debe cubrir los trozos de caña entre 2.5 y 5.0 cm. si las condiciones de humedad del suelo son favorables. En primavera en suelo de textura pesada la capa de tierra no debe exceder los 2.5 cm y en casos de condiciones de extremo humedad después de depositado en el surco es preferible no taparlo, sino esperar que este brote y tengan las plantas un tamaño adecuado para proceder a realizar el tape.

Cuando se hacen plantaciones en condiciones de temperaturas frías y hay seca, en los suelos ligeros, la lámina de tierra puede llegar hasta 10 cm para conservar las yemas durante más tiempo en estado latente hasta que tengan condiciones favorables para la brotación. Si esta escasa humedad se presenta en suelos pesados, en vez de cubrir con más tierra, es recomendable hacerlo con una lamina de tierra de 5 cm y compactarla ligeramente para provocar una mejor brotación. Todos los tapes deben realizarse en horas de la mañana para conservar más la humedad del suelo.

RESIEMBRA

Esta se lleva acabo cuando hay fallas superiores a un metro y debe ser de la misma variedad que fue sembrada. Esto es una operación costosa, por lo que debe hacerse la siembra lo mejor posible, esta resiembra no debe hacerse mas allá de los 40 días después de la siembra. **(Martin O, 1987; Ochse,et al, 1982)**

X. FERTILIZACION

X. FERTILIZACION

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**)

FERTILIZACIÓN: Se aplica en total de la superficie las siguientes fórmulas:

Nivel de productividad bajo:

Fórmula comercial 9-23-30 + 46-0-0. Dosis: 600 Kg. + 300 Kg. = 900 kg.

Nivel de productividad medio:

Fórmula comercial 8-20-34 + 46-0-0. Dosis: 700 Kg. + 350 Kg. = 1,050 kg.

Nivel de productividad alto:

Fórmula comercial 7-19-29-4-2 + 46-0-0. Dosis: 800 Kg. + 400 Kg. = 1,200 kg.

EPOCA 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.

La fertilizada se hace de 4 a 6 semanas antes del corte para estar seguros de que los nutrientes adecuados estén inmediatamente disponibles para la germinación de la semilla., la semilla prefertilizada germina rápidamente después de la siembra y produce brotes vigorosos y sanos, tiene un 38% mas brotes a las 7 semanas después de la siembra.

METODO DE APLICACIÓN

El método de aplicación de los fertilizantes 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 el descarte. En ambos casos, el producto debe cubrirse inmediatamente. Por ningún motivo se debe aplicar el fertilizante encima del terreno o aplicarlo sobre la hoja de las plantas.

XI. RIEGOS

XI. RIEGOS

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.

El conocimiento de estas características de suelo permite el aprovechamiento y manejo del agua de riego almacenada en el suelo, y determinara su uso y frecuencia de riego.

SISTEMAS DE IRRIGACIÓN EN LA ZONA CENTRO DE VERACRUZ

La zona de abastecimiento está comprendida dentro del Distrito de Riego No. 006 La Antigua, formada por 3 unidades: La Antigua (Coanalag), Puente Nacional y Actopan, pertenecientes a la Comisión Nacional del Agua y en operación por la Asociación de Usuarios. Además, dentro de la zona, se cuenta con pozos profundos y fuentes de abastecimiento naturales que apoyan los riegos de aspersion y de motobombas.

Superficie irrigada: 10,252.50 ha.

Por gravedad: 70%.

Por pozo profundo: 8%.

Por bombeo: 14%.

Por goteo: 1%.

Por temporal: 7%.

Superficie total cosechable: 11,002.75 ha.

XIII. MANEJO INTEGRADO DE **PLAGAS**

XIII. MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Actualmente el MIP se sustenta en estudios ecológicos que permiten incrementar o mantener la producción agrícola, protegiendo el ambiente y la economía de los productores.

Situación agroecologica que el hombre ha creado; es decir, el insecto herbívoro ya no lucha en un medio ecológico complejo y de confusión química para encontrar su hospedera, si no que debe localizar ahora solamente un cultivo que bastara para lograr su mejor sobrevivencia, aumentar de manera significativa su esperanza de vida, y cumplir vario ciclos biológicos.

Las Herramientas Del MIP Son:

Control legal:	Resistencia vegetal
Control biológico:	Técnica del insecto estéril
Control cultural:	Uso de modificaciones del comportamiento de los insectos
Control físico:	Reguladores de crecimiento de los insectos
Control químico:	Uso de plantas transgenicas
Control microbial	Aplicación de bioinsecticidas.

MIP. Como la aplicación ecológica de dos o mas métodos de control para mantener a una plaga por debajo de su umbral de daño económico; en este caso la palabra “ecológica” significa con base en el conocimiento del control natural y de la dinámica de poblaciones (**Romero, 1994**)

MIP. Solo será practicable cuando se conozca: Umbral económico: que depende de la dinámica de poblaciones y de consideraciones económicas, la que a su vez depende del control natural y sus componentes:

Fenología de la plaga, distribución, dispersión y migración – dinámica poblacional --

Factores bióticos y abióticos en el control natural

Los análisis de daños, costos – umbrales económicos – para cada plaga.

PRINCIPALES PLAGAS DE LA CAÑA DE AZUCAR

- TERMITAS
- MOSCA PINTA
- BARRENADOR DEL TALLO

TERMITAS

Características de la plaga

Del orden isóptera, las termitas, hormigas blancas, comejenes o polillas, son insectos de hábitos sociales de distribución mundial, se presentan principalmente como plaga en las construcciones de madera en localidades con clima tropical (flores, 1994).

En México el daño de las termitas al cultivo de la caña de azúcar ha tenido poca consideración, debido a sus hábitos subterráneos y por la dificultad de identificar su daño; sin embargo, se ha registrado su presencia en años secos, en los ingenios de santo domingo y Adolfo López Mateos en Oaxaca; san Cristóbal, tres valles y cuatotolapan en Veracruz y la joya en Campeche (flores, 1994).

Las termitas subterráneas son insectos sociales que viven en las o colonias por debajo del suelo, en algunos casos hasta los 6 m de profundidad de acuerdo a la humedad existente. Están organizadas en castas y en una colonia puede haber de 60,000 a 200,000 obreras y tardar de 4 a 5 años para que alcance su máximo tamaño. (Chávez et al., 1999).

Los reproductores son el rey y la reina, los cuales desarrollados sexualmente y su función específica es la reproducción de la colonia. Una reina es la reproducción de la colonia. Una reina puede vivir hasta 25 años y ovipositar hasta 2,000 huevecillos diarios.

Existen reproductores alternos (individuos alados), los cuales en los meses de inicio de las lluvias (mayo-junio) salen de enjambres para reproducirse y formar nuevas colonias, su vuelo errático no los lleva más allá de algunas decenas de metros de la colonia original.

Los obreros son ninfas y adultos estériles, ciegos y sordos, pero con alta capacidad de detectar vibraciones, llegando a vivir de 3 a 5 años. Se encargan de la búsqueda de alimentos (forrajeo) para toda la colonia, por lo que son los que ocasionan el daño en el cultivo. Buscan la celulosa que al ser comida pasa al tracto digestivo donde protozoarios flagelados la digieren. Posteriormente es excretada para ser dada a comer a las otras castas en un sistema de alimentación boca-a-boca, estas son también utilizadas para reforzar los túneles de la colonia.

Los soldados son termitas adultas con cabeza y mandíbulas considerablemente prolongadas.

DAÑOS

Los daños ocurren inicialmente en las estacas o semillas, después de la siembra de las yemas, la reducción de los tejidos de reserva de las cañas y un corte de las raíces primaria emitida; lo que ocasiona fallas en la germinación, con la necesidad de resembrar. Después del corte o cosecha se observa el daño en los troncos o entrenudos basales de la zafra anterior, causando mortandad en los brotes y despoblación de cepas en los cortes sucesivos.

MECANISMOS DE DISPERSIÓN DE LAS TERMITAS

Cuando se realiza siembras nuevas con semillas infestadas por esta plaga

Por medios mecánicos; es decir, cuando el tractor realiza una preparación del suelo en terrenos infestados con termitas y posteriormente se procede a trabajar en otro terreno libre de esta plaga, sin limpiar adecuadamente los implementos utilizados comúnmente se transporta algún estado biológico de la plaga.

En época de lluvias (junio-julio) en donde los adultos adquieren alas y salen de sus nidos para volar y aparearse para así procrear la especie.

Combate de las termitas mediante el uso de insecticidas

Consiste en la aplicación sobre las estacas de caña distribuidas en el surco

CUADRO 14. AGROQUIMICOS

INSECTICIDA	GT	APLICACION	CITA
Clorpirifós 3% (LORSBAN)	FH-SE	30 kg/ha al fondo del surco al momento de la siembra y para socas y resocas en el desaporque.	México (Flores, 1994)
fipronil (REGENT 200 SC)		1 lt/ha al fondo del surco al momento de la siembra.	México (Alvarado, 1999)
Carbofurán (FURADAN 5G)	CH-MM	30 kg/ha al fondo del surco al momento de la siembra.	México (Alvarado, 1999)

MANEJO INTEGRADO DE LAS TERMITAS

ACTIVIDADES: el uso de fertilizantes químicos en lugar de estiércol ayuda a reducir poblaciones de termitas cuando abundan en el suelo.

La aplicación de hongos entomopatógenos como *beauveri bassiana* y *metarhizium anisopliae*

MOSCA PINTA

MANEJO INTEGRADO DE LA MOSCA PINTA

La mosca pinta es considerada como la plaga más importante de la región cañera de la zona centro del estado de Veracruz.

FIG 8. PRESENCIA DE MOSCA PINTA EN EL ESTADO DE VERACRUZ

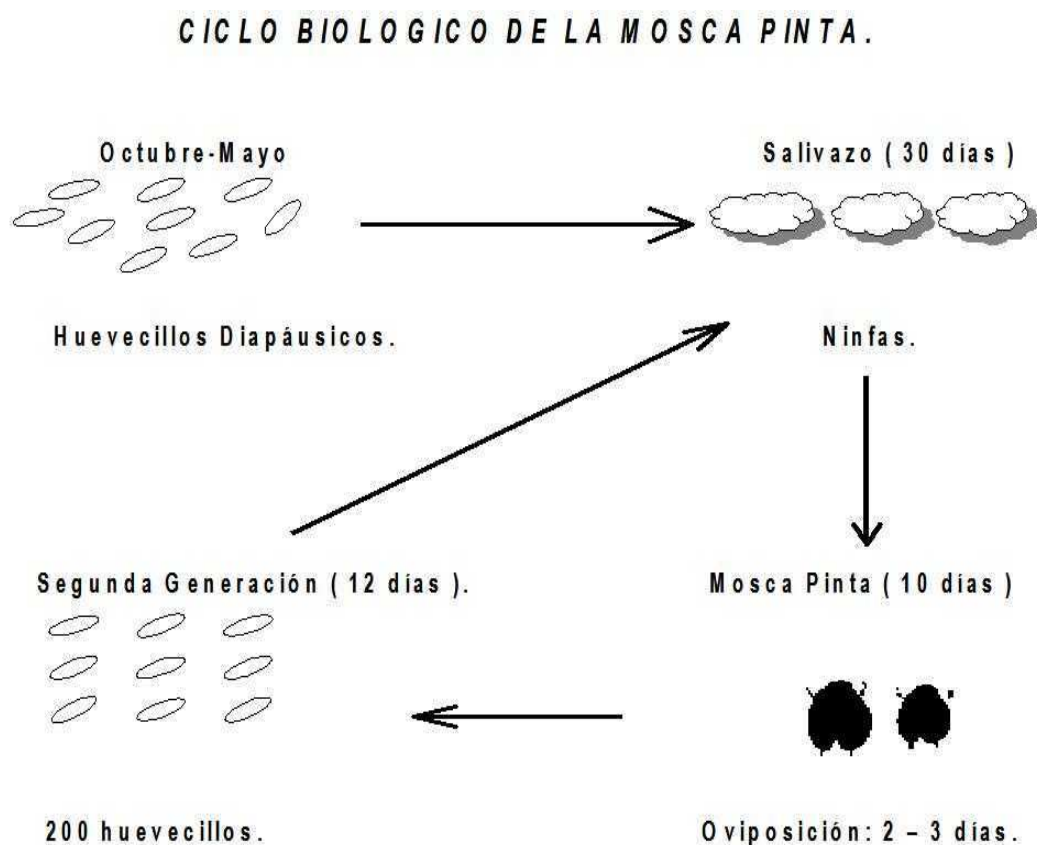
Con presencia en una superficie aproximada de 72 000 ha y pérdidas en el rendimiento que fluctúan entre 5 y 20 ton/ha.



DAÑO QUE OCASIONA

Consiste en picar la hoja y succionarle la savia que en ella circula, a su vez le inyecta una sustancia lo que provoca que la parte donde pico se muera. Las pérdidas que se tienen por esta plaga van desde 5 hasta 20 ton/ha. (\$1,500 - \$6,000)

FIG. 9. CICLO BIOLÓGICO MOSCA PINTA



El ciclo completo de la mosca pinta es de 42 días.

MEDIDAS DE CONTROL

RASTRA FITOSANITARIA

Implemento que tiene como finalidad remover la tierra que se encuentra en el hilo de la caña para exponer los huevecillos al sol y a depredadores.

Esta labor se recomienda realizarla, si el terreno lo permite, de preferencia dentro de los 10 primeros días después del corte, una vez realizado el destroncone y el acamellonado de la paja.

Se pueden utilizar Rastras de Tiro (semipesadas) y Rastras de Levante. Alinear los discos en el sentido del hilo de la Caña para no voltear la cepa. La profundidad de la rastra debe ser de 3-5 cms.

FIG 10. RASTRA FITOSANITARIA



CONSTRUCCION, DESAZOLVE Y LIMPIA DE DRENES

La acumulación de agua en las parcelas favorece a que la plaga tenga las condiciones ideales para su reproducción.

Por tal motivo es necesario construir y desazolver los drenes y canales ya existentes, para evitar el daño de la plaga.

CONTROL DE MALEZAS EN CALLES Y BARDOS

En las calles siempre vamos a encontrar malezas y aquí es donde están las plagas, por tal motivo es necesario que estos estén limpios.

A las calles se les puede eliminar las malezas con el pase de la rastra semipesada o con el uso de herbicidas.

FIG. 11 CONTROL DE MALEZAS



CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO

Esta actividad debe de realizarse para que los rayos del sol lleguen hasta el suelo y la plaga no tenga las condiciones para su proliferación.

La maleza es nido de plagas.

COLOCACION DE TRAMPAS

Se deben colocar 100 trampas por hectárea, cada 8 surcos y a cada 10 pasos, de preferencia que sean verdes.

Las trampas se deben de colocar al inicio de las lluvias.

La finalidad de estas trampas es el monitoreo y control atrapando desde las primeras moscas que vayan saliendo.

FIG 12. TRAMPA COLOR VERDE PARA COMBATE DE MOSCA PINTA



MODO DE PREPARACIÓN DE LAS TRAMPAS

PREPARACIÓN DEL PEGAMENTO

Se debe mezclar 1 kg. de pegamento (stickem) con 1.5 - 3 litros de gasolina, la mezcla debe ser uniforme.

COLOCACIÓN DE LAS TRAMPAS VERDES

Cuando la caña esté pequeña, se deben colocar en palos, si el cañal ya tiene tallos formados, se pueden amarrar en ellos.

La trampa debe de estar amarrada con hilo en las 4 puntas, para posteriormente sumergir ésta, en la mezcla.

APLICACIÓN DE HONGO

El uso del hongo *Metarhizium* es una alternativa para bajar las poblaciones de mosca pinta, este material biológico no contamina.

DOSIS: 200 gr de producto por hectárea.

Equivalente a 2×10^{12} esporas

La aplicación debe realizarse cuando se tenga un promedio de 10 moscas atrapadas por trampa en 24 hrs.

Se utiliza como Adherente: NU-FILM-17 300ml x 200 lts de agua.

Aplicación. Vía aérea, aspersoras de mochila.

No debe aplicarse de 11:00 hrs a 16:00 hrs, salvo en días nublados.

La aplicación de insecticida es una actividad que se debe realizar, como última alternativa de control, cuando el productor, no haya logrado bajar la población de la plaga.

Se sugiere que el insecticida que se aplique debe ser de la categoría de ligeramente tóxico.

PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LA REGION CENTRO DE VERACRUZ

PLAGAS PRINCIPALES

Termitas

Mosca pinta

Gusano barrenador

Rata y tuza

Plagas de menor importancia

Chinche de encaje

Gusano falso medidor.

Control de plagas

Con agroquímicos, utilizándose para cada caso las recomendaciones técnicas pertinentes.

PRINCIPALES ENFERMEDADES EN LA REGION CENTRO DE VERACRUZ

Enfermedades: Roya, mosaico pokkan boeng y escaldura de la hoja.

CONTROL DE ENFERMEDADES

Para mantener nuestro campo se ha estado llevando a cabo la sustitución de las variedades susceptibles.

XIV. COSECHA

XIV. COSECHA

GENERALIDADES

La recolección o “zafra “, en esta zona azucarera es la fase principal del 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, esta definida en la agricultura como el acto de recolectar el fruto. En la rama cañera se utiliza la palabra “zafra”, para definir el periodo de tiempo que dura la cosecha de la caña.

Como reobserva, estos dos conceptos se relaciona con el mismo proceso, pero una se refiere a la recolección y el otro al periodo que demora esta.

Una buena cosecha exige la obtención, por parte del cañero, a continuación se describe factores a seguir 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 solo la caña que se cortara y transportara 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.

INDICE 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 determina (brix, sacarosa, pureza y fibra).

El objetivo de este análisis, es conocer en un momento dado la concentración y determinante brix, sacarosa, pureza, porcentaje de azúcares reductores (glucosa) y el índice de madurez de los jugos de la caña, todo esto 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 contengan la parcela, en forma total de muestrear son 27 cañas por área de muestreo.

PREPARACION DEL CAMPO ANTES DEL CORTE

Las siguientes operaciones se deben reeefctuar antes del corte:

- Si la parcela es de riego, el ultimo 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 maquina y transporte, las plantas de caña tengan una humedad y logren su madurez optima.
- 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 transito de tractores, maquinas y camiones.
- Las guardarrayas y los linderos con otras y en condiciones que el fuego al quemar el cañaveral no se transmite a los campos vecinos.

LA QUEMA DEL CAÑAVERAL

La caña se quema generalmente para facilitar y hacer mas económica la cosecha, pues el rendimiento del cortador es mayor que con caña cruda. Además de que con la quema se concentra el contenido de sacarosa en la caña.

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 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.

EL CORTE DE LA CAÑA

El corte 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.

METODOS DE COSECHA

Cosecha manual

La cosecha se puede efectuar manual y mecánicamente

Se cosecha 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 cargarse sin basura, sin tierra y no se debe quedar cortado en el campo mas 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 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)**

Cosecha mecánica

En este punto de cosecha mecánica viene siendo el mismo proceso que lo manual, sin embargo, aquí se utiliza una alizador que levanta la caña tirada que se encuentra en el campo, este alza la caña a un camión hasta llenar y es transportado al ingenio para su posterior peso.

XV. AGROINDUSTRIALIZACION
DE LA CAÑA DE AZUCAR

XV. AGROINDUSTRIALIZACION DE LA CAÑA DE AZUCAR

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

INDUSTRIALIZACION

La caña llega al ingenio donde se extrae el jugo, éste se clarifica y luego se cristaliza para separar el azúcar. La extracción se hace generalmente en un molino que pasa la caña entre tres o cuatro masas de acero, que exprimen los tallos y sacan todo el jugo. Para mejorar la extracción se añade agua para sacar más del azúcar. El residuo sólido fibroso se llama bagazo y es usado para hacer papel y para quemar en caldera para todo el proceso del ingenio.

La caña de azúcar ha sido sin lugar a dudas uno de los productos de mayor importancia para el desarrollo comercial en el continente americano y europeo. 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 detalla el proceso en la fábrica.

PATIOS DE CAÑA

La caña que llega del campo se muestra 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 se almacena temporalmente o se dispone directamente en las mesas de lavado de caña para dirigirla a una banda conductora que alimenta las picadoras.

PICADO DE CAÑA

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

MOLIENDA

La caña preparada por las picadoras llega a un tándem de molinos, constituido cada uno de ellos por tres o cuatro mazas metálicas y mediante presión extrae el jugo de la caña. Cada molino esta equipado con una turbina de alta presión. En el recorrido de la caña por el molino se agrega agua, generalmente caliente, para extraer al máximo la sacarosa que contienen el material fibroso. Este proceso de extracción es llamado maceración. El bagazo que sale de la última unidad de molienda se conduce a una bagacera para que seque y luego se va 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 sacarosa que entra en la fábrica.

CLARIFICACION

El jugo obtenido en la etapa de molienda es de carácter ácido (pH aproximado: 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 tubos calentadores. La clarificación del jugo por sedimentación; los sólidos no azúcares se precipitan en forma de lodo llamado cachaza y el jugo claro queda en la parte superior del tanque. Este jugo sobrante se envía antes de ser desechada al campo para el mejoramiento de los suelos pobres en materia orgánica.

EVAPORACION

Aquí se comienza a evaporar el agua del jugo. El jugo claro que posee casi la mitad 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 10 y 12 % y se obtiene una meladura o jarabe con una concentración aproximada de sólidos solubles del 55 al 60 %.

Este 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 al menor punto de ebullición en cada evaporador. En el proceso de evaporación se obtiene el jarabe o meladura. La meladura es purificada en un clarificador. La operación es similar a la anterior para clarificar el jugo filtrado.

CRISTALIZACION

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 para lograr la mayor concentración de sacarosa.

CENTRIFUGACION

La masa pasa por las centrifugas, máquinas agrícolas 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 centrifugas 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 miel final que se retira del proceso y se comercializa como materia prima para la elaboración de alcoholes.

SECADO

El azúcar húmedo se transporta por elevadores y bandas para alimentar 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 los terrones.

ENFRIAMIENTO

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

ENVASE

El azúcar seca y fría se empaca en sacos de diferentes pesos y presentaciones dependiendo del mercado y se despacha a la bodega de producto terminado para su posterior venta y comercio.

SUBPRODUCTOS

Azúcar

Etanol

Miel

Papel

TIPO DE AZUCAR EN ZONA CENTRO DE VERACRUZ

En el mercado local existen algunos tipos de azúcar de caña, por ejemplo: Azúcar crudo, rojo o rubio, sulfado o blanco y el especial o refinado.

El azúcar crudo es el resultado de l proceso de extracción del jugo crudo que contiene un grado de purificación de cenizas de 80% y 96 a 98 grados de sacarosa; rojo o rubio contiene 90% libre de cenizas y de sacarosa entre 98.5 y 99 grados, el azúcar sulfado o blanco es el resultado de la decoloración del azúcar rubio que contiene hasta 96° de pureza de jugos y un 99.3% de eliminados de cenizas ; el blanco en especial o refinado es el azúcar que ha alcanzado la pureza mayor posible, es decir, entre 99.8 y 99.9 de polarizacion (sacarosa), se denomina azúcar refinado este tipo de azúcar depende de la coloración que tenga; dicha coloración esta en función, principalmente, del porcentaje de sacarosa que se hay logrado extraer de la caña.

IMPORTACIONES

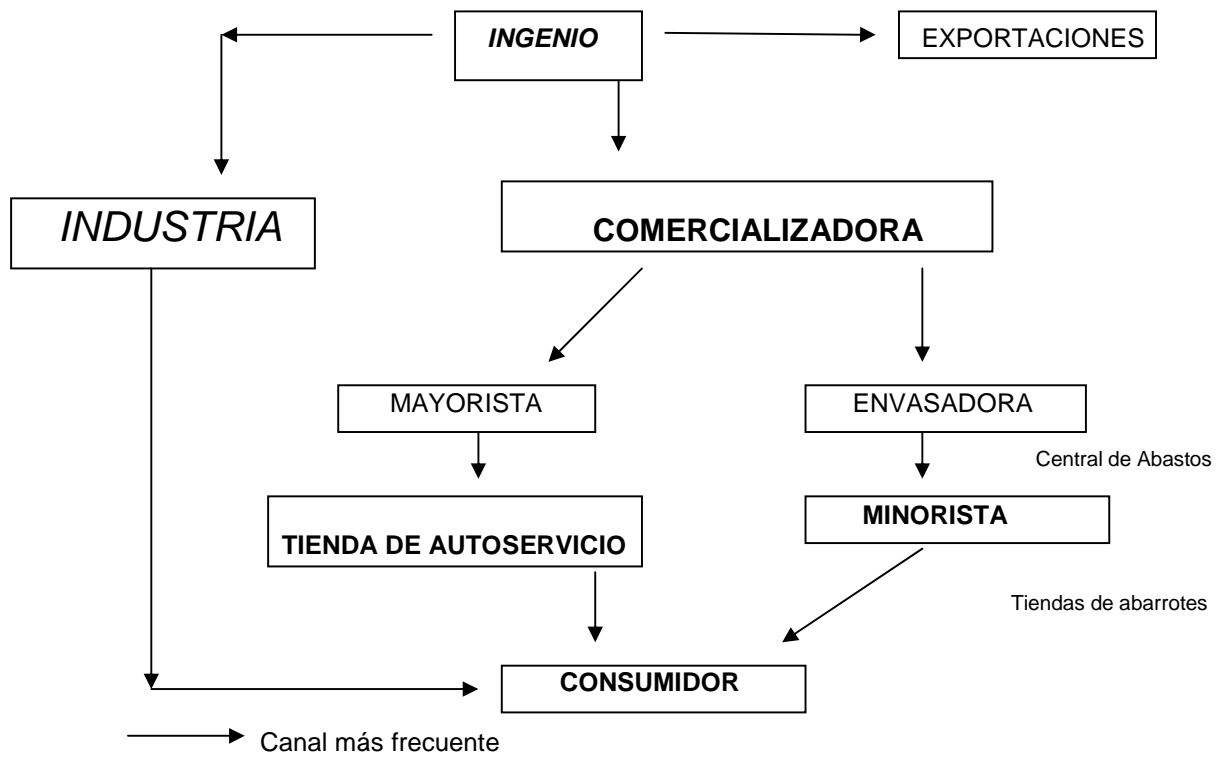
Países importadores de azúcar

Los principales importadores de azúcar son países desarrollados como la Unión Europea, Japón, Estados Unidos y Canadá, quienes controlan el mercado internacional.

Estos países importan de países con los cuales tienen acuerdos entre ellos, o los Estados Unidos quien se abastece de azúcar mediante cuotas de importación.

La imposición de tarifas de importación también es común en estos países con el objetivo primordial de proteger a sus industrias internas.

FIG. 13 CANAL DE COMERCIALIZACIÓN DEL AZÚCAR EN MÉXICO



XVI. CONCLUSIONES

XVI. CONCLUSIONES

Del análisis realizado pueden extraerse las conclusiones siguientes:

Los niveles de producción de azúcar en los últimos años crecen a un ritmo semejante al crecimiento poblacional

El azúcar se enfrenta a la competencia de edulcorantes alternativos como el Jarabe de Maíz Rico en Fructuosa (JMRF) y la tendencia actual es a un desplazamiento mayor de la participación de éstos en el mercado

El crecimiento del consumo de JMRF se ha visto favorecido por las políticas proteccionistas aplicadas hasta mediados de los años 90's por países como Estados Unidos y Japón.

En una estrategia de diversificación las características de este cultivo apuntan a que el objetivo energético puede tener un lugar prominente dentro de la misma

A partir de los resultados productivos de los escenarios viables tecnológicamente para la agroindustria de la caña de azúcar y partiendo del principio de que la sustentabilidad energética renovable debe considerarse como un problema de seguridad nacional.

Es aconsejable sustituir la designación de agroindustria azucarera por el de agroindustria de la caña de azúcar, como parte de un cambio en el concepto del destino de este cultivo que lleve a una verdadera diversificación de esta industria

La obtención de energía renovable (alcohol, biogás y electricidad) a partir de la caña de azúcar es una alternativa de mínimo impacto ambiental viable tecnológicamente

El empleo del secado de bagazo con los gases de escape, la cogeneración y el tratamiento de residuales para la obtención de biogás, así como el uso de esquemas de calefacción y evaporación y cristalización más eficientes constituyen un aspecto importante para incrementar la disponibilidad de bagazo para otros fines

El empleo de la cachaza como abono orgánico en sustitución de compuestos químicos es atractivo. En general, los residuales del proceso (aguas residuales y lodos provenientes de la obtención de biogás) pueden utilizarse ventajosamente para sustituir el empleo de fertilizantes obtenidos por síntesis química.

El desarrollo de una industria de derivados, permite la sustitución de productos con impacto ambiental adverso como el cemento y el papel. De igual forma, esta alternativa promueve la realización de investigaciones y contribuye a crear nuevos puestos de trabajo, al mismo tiempo que incrementan el valor agregado a la estructura de resultados productivos se requiere de una transformación en el parque automotor hacia combustibles renovables (alcohol, biogás y electricidad) para materializar las potencialidades del sector.

La caña de azúcar ofrece una amplia gama de posibilidades de obtención de derivados es posible obtener fuentes de energía renovable como son:

El excedente de bagazo del proceso de producción de azúcar tiene buenas características como combustible ecológico, al mismo tiempo que permite la cogeneración de energía eléctrica durante el proceso de fabricación de azúcar, las mieles finales u otras corrientes del proceso de fabricación de azúcar permiten obtener alcohol, de gran importancia en su condición de combustible líquido renovable, la producción de biogás a partir de los mostos de las destilerías es una alternativa que en la actualidad tiene gran difusión en los países desarrollados.

Ventajosamente en cuanto al impacto ecológico, las estrategias de diversificación de la industria de la caña de azúcar puede ser una respuesta viable a las amenazas presentes si se realiza efectivamente y teniendo en cuenta los criterios del Desarrollo Sostenible (DS).

BIBLIOGRAFIA

Calderón, A.H. Incidencia del tipo de suelo y la competencia del cultivo de la caña de azúcar sobre el material de presiembra. Ingenio del cauca, Colombia.

Gálvez Rodríguez, G. 1995. Vitro plantas: La biotecnología al alcance del productor cañero. Departamento de ciencias y técnica del ministerio de azucar. Cuba.

Humbert, R.P. 1980. El cultivo de la caña de azúcar. Editorial CECSA. México.

INICA.1996.Reglamento de la producción de semilla categorizada. CUBA. Apuntes de maestría en caña de azúcar. Universidad veracruzana.

IMPA.1980. Primer curso sobre el mejoramiento, identificación y desarrollo de variedades de caña de azúcar. Cosamaloapan, Veracruz, México.

IMPA. 1984. CAÑA DE AZUCAR EN LA REGION GOLFO-CENTRO. MEXICO.

Sánchez N.E. 1972. Materia prima: caña de azúcar. Ed. Porrúa, hnos. primera edición México.

Camargo, P.N. 1976. Fisiología de la caña de azúcar. Folleto nº 6 serie Divulgación técnica. IMPA, México.

Fauconier, R. and Bassereau D. 1980. El cultivo de la caña de azúcar. Ed. Científico técnico. La Habana Cuba.

Arzola P.N. 1997. Apuntes de la materia "suelos y factores limitantes" Maestría en caña de azúcar, U.V. INICA, Córdoba, Ver., México.

DGETA. 1996. curso – taller "variedades de caña de azúcar". Cedula de apoyo didáctico. Ita No. 18 de Úrsulo Galván, ver. Y campus Córdoba – CP.

Mercado Rodríguez E; B.H.; Enríquez, R.V. 1983. Medidas fitosanitarias para el intercambio de variedades en caña de azúcar. Instituto para el mejoramiento de la producción de azúcar. Inédito. México.

Milanes R. 1997. Sistemas de plantación, manejo de variedades y cosecha. Apuntes de maestría en caña de azúcar. Universidad Veracruzana.

Bruzon C. Serapio F. 2007. Agronomía del cultivo de la caña de azúcar

Ruiz. V.F. 1937. Historia y evolución del cultivo de la caña y de la industria azucarera en México.

Aguirre, I.F. 1987. Monografía. Cultivo de la caña y sus principales variedades. UAAAN

Amaya,C.P. 1998. Monografía. Monografía de caña de azúcar y los daños causados por roedores. UAAAN.

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

DURO, P.R. 1967. El cultivo de saccharum officinarum en cuotolapan, Veracruz. Tesis profesional. UAAAN.

Monsivais, S.A. 1946 caña de azúcar. Tesis profesional.UAAAN.

Sanchez, N.F. 1992. Materia Prima: caña de azúcar. Impreso en Mexico. CIA. Editorial del manual azucarero, S.A.DE C.V. MEXICO.