



**Subsecretaría de Educación Superior
Dirección General de Educación Superior Tecnológica
Instituto Tecnológico de la Zona Maya**

**CRECIMIENTO INICIAL DE CINCO VARIEDADES DE
CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) EN EL SUR
DE QUINTANA ROO, MÉXICO**

**Informe Técnico de Residencia Profesional que
presentan las CC.**

María Martha Espinoza Pérez
N° de Control 10870076

Teresita de Jesús Xool Piña
N° de Control 10870222


Carrera: Ingeniería en Agronomía
Asesor Interno: Dr. Fernando Casanova Lugo

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

El Comité de revisión para Residencia Profesional de las estudiantes de la carrera de INGENIERÍA EN AGRONOMÍA, María Martha Espinoza Pérez y Teresita de Jesús Xool Piña; aprobadas por la Academia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya integrado por; el asesor interno Dr. Fernando Casanova Lugo, el asesor externo Ing. Armando Escobedo Cabrera, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo titulado **“CRECIMIENTO INICIAL DE CINCO VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) EN EL SUR DE QUINTANA ROO, MÉXICO”** que presentan como requisito parcial para acreditar la asignatura de Residencia Profesional de acuerdo al Lineamiento vigente para este plan de estudios, dan fé de la acreditación satisfactoria del mismo y firman de conformidad.

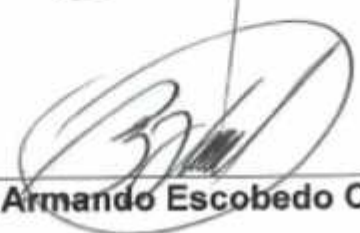
A T E N T A M E N T E

Asesor Interno



Dr. Fernando Casanova Lugo

Asesor Externo



Ing. Armando Escobedo Cabrera

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	3
III. OBJETIVOS	4
3.1. Objetivo General	4
3.2. Objetivos específicos	4
IV. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DONDE SE PARTICIPÓ	5
4.1. Localización.....	5
V. PROBLEMAS A RESOLVER CON SU RESPECTIVA PRIORIZACIÓN	6
VI. ALCANCES Y LIMITACIONES	8
6.1. Alcances.....	8
6.2. Limitaciones	8
VII. FUNDAMENTO TEÓRICO	9
7.1. Importancia del cultivo de la caña de azúcar.....	10
7.2. Regiones Productoras.....	12
7.3. Superficie sembrada caña de azúcar	13
7.4. Variedades de caña de Azúcar	15
7.4.1. La variedad RD 75 11.....	18
7.4.2. La variedad MEX 79-431	19

7.5 La nutrición de la caña de azúcar.....	20
VIII. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS.....	22
8.1. Preparación del terreno.....	22
8.2. Diseño experimental.....	23
8.3. Siembra.....	23
8.4. Fertilización.....	24
8.5. Control de plagas y enfermedades.....	24
8.6. Control de malezas.....	24
8.7. Evaluación agronómica.....	24
8.7.1. Germinación (%).....	25
8.7.2. Altura del cogollo (cm).....	25
8.7.3. Altura total (cm).....	25
8.7.4. Diámetro del tallo (mm).....	25
8.7.5. Peso de la planta a los 90 DDS (g MF/planta).....	25
8.7.6. Población (No. de individuos/m).....	26
8.8. Análisis de datos.....	26
IX. RESULTADOS.....	27
9.1. Germinación.....	27
9.2. Crecimiento.....	28
9.3. Producción de biomasa.....	29

9.4. Población.....	30
X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	31
XI. LITERATURA CITADA.....	32
XII. ANEXOS.....	35

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Superficie sembrada de caña de azúcar en México, miles de hectáreas 1997-2007.	14
Cuadro 2. Algunas variedades de caña de azúcar que se han comercializado en México.	17
Cuadro 3. Germinación (%) de la caña de azúcar a los 20 y 40 DDS en un suelo gleysol en el sur de Quintana Roo, México.	27
Cuadro 4. Crecimiento de la caña de azúcar a los a 90 DDS en un suelo gleysol en el sur de Quintana Roo, México.	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sitio experimental de la caña ITZM.	5
Figura 2. Producción de azúcar en México 1992-2002	11
Figura 3. División de las cinco regiones productoras de caña de azúcar en México en los años 1997-2007, dadas en toneladas.....	13
Figura 4. Variedad RD 75 11.....	18
Figura 5. Variedad MEX 79-431.....	20
Figura 6. Croquis de siembra de las variedades de caña.	23
Figura 7. Rendimiento de biomasa (g MF planta ⁻¹) de la caña de azúcar a los a 90 DDS en un suelo gleysol en el sur de Quintana Roo, México.	29
Figura 8. Población de la caña de azúcar (Individuos m ⁻¹) a los a 90 DDS en un suelo gleysol en el sur de Quintana Roo, México.	30

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de caña de azúcar genera economía en 227 municipios ubicados en 15 estados del país. Aproximadamente 12 millones de personas se benefician de este agroindustrial, que aporta el 0.06% del PIB. En la zafra 2011-2012 se cosecharon 735,126.68 ha con rendimiento promedio de 75-80 t/ha en los últimos cinco años (SIAP, 2013), ubicando a México en el lugar número 12 a nivel mundial, debajo de países como Perú, Sudan, Colombia, Guatemala y Estados Unidos.

Los cultivares modernos de caña de azúcar provienen de cruza inter-específicas y tienen una estructura genómica compleja. De hecho, el mejoramiento genético de este cultivo comprende las fases de “hibridación” y la de “selección de variedades” (Salgado *et al.*, 2003). Antiguamente realizadas por el Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar (IMPA), sin embargo; este fue finalizado por decreto presidencial en 1990 provocándose que la investigación en caña de azúcar se limite a unas pocas instituciones públicas y privadas entre estas los ingenios, que organizan u orientan actividades de investigación y transferencia de tecnología en este cultivo. No obstante, la obtención de variedades más aptas ha sido insuficiente por lo que en las regiones cañeras del país prevalecen cañaverales antiguos, uso de variedades inadecuadas o sin evaluación suficiente, mayor susceptibilidad a plagas y enfermedades, baja productividad en campo, escaso rendimiento industrial y disminución de la rentabilidad del cultivo. Causando en muchas ocasiones el fracaso productivo y pérdidas económicas para los productores, obreros e industriales (IMPA. 1983; García, 1984; Flores, 2001). Recientemente, la Cámara Nacional de la agroindustria Azucarera y

Alcoholera (CNIAA) fomenta la investigación en el Centro de Investigación y Desarrollo de la Caña de Azúcar (CIDCA), ubicado en Tapachula, Chiapas, la única institución autorizada para realizar hibridación y obtener semilla genética o verdadera (Fuzz) producto del cruzamiento biparental y multi-parental de progenitores sobresalientes.

Para la generación y evaluación de variedades de caña de azúcar, el proceso inicia con la siembra de la semilla (Fuzz), la producción de plántulas en vivero y su progresiva evaluación en campo, bajo diferentes fases secuenciales cada vez con menor número de genotipos en mayor superficie y con mayor presión de la información registrada. Obtener una buena variedad de caña comercial para una región determinada requiere un tiempo aproximado de 10 años de constante observación y evaluación (IMPA. 1983; García, 1984; Flores, 2001).

En la zona cañera del estado de Quintana Roo actualmente se cultivan 28, 421 ha con rendimiento promedio de 44-59 t/ha en los últimos cinco años, esto es ampliamente menor al promedio nacional, y con mucha variación causada entre otras cosas por la falta de variedades mejoradas, variedades no aptas a las condiciones de clima y suelo, mezcla de variedades con diferente curva de madurez, pérdida de vigor varietal e incidencia de plagas y enfermedades. Todo lo antes expuesto plantea la urgente necesidad de evaluar nuevas variedades altamente productivas pero bajo las condiciones de suelo y clima particulares del sur estado de Quintana Roo.

II. JUSTIFICACIÓN

En Quintana Roo, la caña ocupa una superficie superior a las 25 mil y se cultiva en 13 ejidos ubicados en la Ribera del Rio Hondo, en el municipio de Othón P. Blanco, La caña promedia 60 t/ha y 6.5 toneladas de azúcar/ha, es decir una relación caña-azúcar de 10:1. En la entidad en el año 2009, las variedades más usadas fueron la MEX-69-290 que cubrió el 50% de la superficie sembrada y CP-72-2086 que ocupó un 40%. Ambas variedades abarcaron el 90% de la superficie estatal en ese momento. Esta situación describió uno de los problemas más apremiantes que enfrenta el cultivo de la caña no sólo en la entidad sino a nivel nacional y mundial; la falta de nuevas variedades que permitieran ampliar las opciones varietales, elevar el rendimiento en campo e industrial y mejorar la competitividad del sistema producto.

El Instituto Tecnológico de la Zona Maya (ITZM) de Quintana Roo, desarrolla investigación en el ámbito agrícola constituyendo se en un formador de investigadores, ejemplo de ello son las actividades de residencia profesional en la que como alumnos participamos, aplicando la metodología científica para la solución de problemas reales incrementado conocimientos y herramientas de forma profesional. El ITZM, se encuentra inmerso en la zona cañera del Estado de Quintana Roo por lo que se encuentra comprometido a buscar nuevas alternativas para la producción de caña de azúcar, por lo tanto, la finalidad de este trabajo de residencia es superar el 10% del rendimiento promedio del cultivo de caña de azúcar en zona cañera del estado de Quintana Roo. Al menos una de las variedades COLMEX 05 134, COLMEX 05 454, MEX 79-431, COLMEX 05 627, D 75 11 será adaptable a las condiciones climáticas y edáficas del estado de Quintana Roo.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Evaluar el crecimiento inicial de cinco variedades de caña de azúcar COLMEX 05 134, COLMEX 05 454, MEX 79-431, COLMEX 05 627, RD 75 11, bajo las condiciones edáficas y climáticas del sur del estado de Quintana Roo, México.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje de germinación de las variedades de caña a los 20 y 40 después de la siembra (DDS).
- Medir el crecimiento en altura total y altura del cogollo y, diámetro del tallo a los 90DDS.
- Determinar el peso de la biomasa aérea en las cinco variedades a los 90 DDS.

IV. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DONDE SE PARTICIPÓ

4.1. Localización

El proyecto de residencia se realizó en los terrenos del Instituto Tecnológico de la Zona Maya. Ubicado en el ejido de Juan Sarabia, en el kilómetro 21.5 de la carretera Chetumal-Escárcega, en el municipio de Othón P. Blanco, en suelo Gleysol, bajo condiciones de temporal, en la zona cañera del estado de Quintana Roo (Figura 1) El sitio de estudio se encuentra en las coordenadas: 18° 30' 57.2" N y 88° 29' 21.04" W. (INEGI, 2014).



Figura 1. Sitio experimental de la caña ITZM.

V. PROBLEMAS A RESOLVER CON SU RESPECTIVA PRIORIZACIÓN

Uno de los problemas más rezagados y tan evidentes en la caña de azúcar a nivel nacional y estatal es la falta de variedades comerciales con alto potencial productivo en campo y la industria. En Quintana Roo en el año 2009 el 90% de la superficie de caña fue ocupada por sólo dos variedades, las cuales fueron la MEX69-290 que cubrió el 50% de la superficie sembrada y CP72-2086 que ocupó el 40% el cual es de madurez temprana, esto demostró en ese momento el rezago tecnológico del cultivo más importante en la entidad, así como, la urgente necesidad de generar o introducir variedades mejoradas para diversificar las opciones varietales, para mejorar el rendimiento medio de campo tan bajo que presenta hasta el día de hoy esta región productora.

Las variedades que se siembran actualmente en el ingenio San Rafael de Pucté son tres, las cuales son: CP 72-20-86, denominada “temprana”, porque al sembrarse esta se debe cosechar en los meses en que inicia la zafra, es decir entre noviembre y diciembre, hasta el mes de febrero, la MEX 69-290, que se cosecha en los meses de febrero y marzo y por último la RD 75 11, la cual es tardía pues es la última en cosecharse, ya al final de la zafra, es decir, en los meses de abril y mayo (García, E.A. 1984.).

Las características de la CP 72 20 86 es que es una variedad floreadora que, se debe ubicar en suelos que no contengan altos contenidos de carbonatos de calcio, profundos con buen drenaje de textura franca arcillosa no es tolerante a la sequía,

esta es una variedad de madurez temprana con una capacidad de concentrar jugó con alta pureza, su cosecha no debe prolongarse hasta el mes de enero.

Sus tallos son erectos de color verde amarillento con manchas irregulares cerosas y de fuga mina corteza de dureza media y longitud moledera de 2.5 a 3 m entrenudos ligeramente embarrilados; con diámetro de medio a grueso: yema pequeña redonda que no rebasa el anillo de crecimiento, mismo que se pierde en la parte posterior de la cicatriz foliar; copa regular con hojas de anchura media color verde claro con la punta arqueada, por lo aserrado de sus bordes cortantes; collar color café-rojizo de forma Deltoide y lígula lineal; aurículas interna y externa tipo Deltoide; no contiene ahuatesmayo (García, E.A. 1984.).

Sus características agronómicas son de buena germinación, pronta emisión de brotes amacollo abundante temprano de rápido cierre de campo: al principio su crecimiento es abierto y termina ligeramente inclinado; susceptible al acame con alto tonelaje; despaje regular, las hojas adheridas se desprenden fácilmente con la mano; desarrollo aletargado en invierno, rápido y profuso en verano.

En la presente investigación de evaluación de variedades de caña, se desea conocer cuál es la variedad más apta a las condiciones de suelo y clima de la zona cañera de Quintana Roo.

VI. ALCANCES Y LIMITACIONES

6.1. Alcances

Se estableció un cuarto de hectárea con diferentes variedades de caña de azúcar. Tuvimos el apoyo de compañeros residentes para realizar las actividades en el campo experimental.

El objetivo del estudio en el desarrollo de las cinco variedades, es obtener datos acerca de cuál de los tratamientos es más adaptable a los suelos gleysoles, que se encuentran en el Instituto, los cuales son inundables.

6.2. Limitaciones

La falta de material genético, fue una de las principales limitantes. Púes al no haber variedades en la zona cañera del sur del estado, se tuvo que trasladarse al estado de Campeche y Veracruz, para poder obtenerlas. Por otra parte la falta del presupuesto, por lo tanto la fecha de siembra programada se retrasó.

Durante el inicio del desarrollo del proyecto, la temporada de lluvias afecto de manera drástica el poder realizar las actividades de manera eficiente, pues la parcela experimental se vio inundada ya que los suelos que predominan en esa área son los Gley soles, los cuales no tienen buena filtración, afectando de manera directa que en las parcelas del experimento no hubiera una germinación al 100% más en la variedad COLMEX 05 454.

VII. FUNDAMENTO TEÓRICO

En actualidad la producción mundial de caña de azúcar es realizada por más de 99 países, una Tasa de Crecimiento Anual (TCMA) de 12%, al pasar de 1,035,984,795 miles de toneladas en 1993 a 1,332,945,889 miles de toneladas en el 2003 (FAO, 2004). En el ámbito nacional, tenemos que 15 Estados se dedican a la producción de caña de azúcar, los cuales en 2002 aportan un total de 45,635.3 miles de toneladas, paralelamente a la actividad se desarrolló la agroindustria, contándose con 61 ingenios distribuidos en las zonas productoras de caña, mismos que no han sufrido avances tecnológicos, con problemas de eficiencia y consecuentemente rentabilidad, lo que aunado a que el precio del producto está sujeto a los precios internacionales, ha conllevado problemas serios en la operación, sin embargo por ser fuentes de empleo para más de dos millones de personas, representa una parte importantes de la economía de quince entidades federativas, donde su presencia es relevante (FAO, 2004).

La situación del Estado no es alejada del resto del país, actualmente se tiene una superficie de 70,713 ha dedicada a la producción de caña de azúcar, correspondiendo 14,702 (19%) ha. a condiciones de riego y 56,010.2 ha. de temporal; con lo que se abastece a cuatro ingenios azucareros ubicados en el Estado.

En Quintana Roo, en el año 2009 la caña ocupaba una superficie superior a las 25 mil has, la cual en la actualidad se cultiva en 13 ejidos ubicados en la Ribera del Río Hondo, en el municipio de Othón P. Blanco.

En el campo cañero del ingenio San Rafael de Pucté que se ubica en el Municipio de Othón P. Blanco, reportó en la zafra 2011-2012 una superficie histórica que rebasó las 35 mil hectáreas. Su cultivo comparte la misma problemática nacional, la falta de variedades comerciales. Se tenía un superficie sembrada de tres variedades principales las cuales fueron la MEX 69 290 con 49%, CP 72-20-86 con un 35%, y la ITV con el 12.35% de una superficie de 30042.2 has en esa zafra. Adicionalmente, el cultivo enfrenta la diversidad de suelos, los cuales varían enormemente su respuesta, ya que poseen características físicas y químicas muy contrastantes.

En el presente trabajo estamos evaluando las variedades RD 75-11 y la MEX 79-431 COLMEX 05-627, COLMEX 05-134 Y LA COLMEX 05-454; las últimas tres son propiedad del INIFAP y están en proceso de evaluación y adaptación en 8 estados de la República Mexicana, incluyendo Quintana Roo, para saber su comportamiento agronómico y saber si son adaptables a los suelos edáficos de la zona cañera.

7.1. Importancia del cultivo de la caña de azúcar

La caña de azúcar es una especie que se caracteriza por ser muy eficiente en el proceso fotosintético, por lo que tiene una elevada capacidad para producir grandes cantidades de biomasa y los residuos agrícolas se pueden utilizar para la alimentación animal (Ishikawa *et al.*, 2007), reciclar nutrientes y materia orgánica

dentro del agro sistema (Meier *et al.*, 2006), como cobertura vegetal del suelo para mantener la humedad y evitar la erosión (Kingston *et al.*, 2005; Olivier *et al.*, 2007), controlar las plantas indeseables, así como la generación de energía (Vicente *et al.*, 2007).

La producción de caña de azúcar (Figura 4) y su procesamiento se extienden a quince Estados de la República Mexicana, ocupando a nivel nacional el quinto lugar en cuanto a superficie cultivada de los principales productos agrícolas. El valor de la producción de azúcar representa el 0.5% del PIB y alrededor del 12% del producto generado por el sector de la industria alimentaria (Vicente *et al.*, 2007).

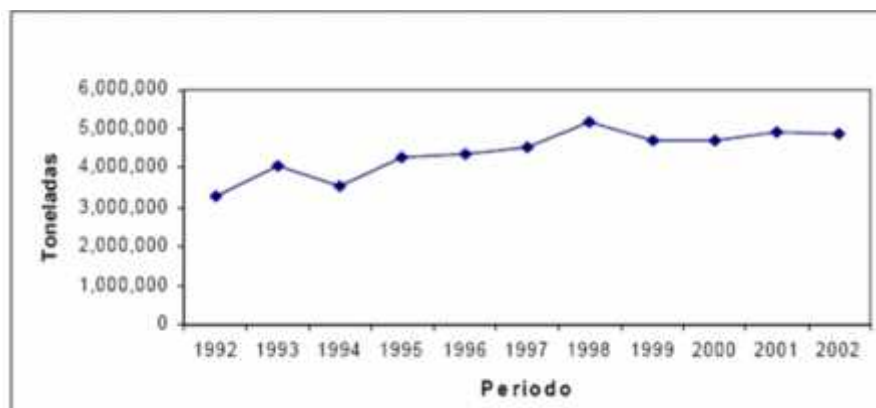


Figura 2. Producción de azúcar en México 1992-2002

De los 15 Estados productores, de 1998 a 2003 los principales son Veracruz, Jalisco, San Luis Potosí, Oaxaca y de éstos, destaca Veracruz con una producción promedio de 1, 800,000 ton de azúcar física. Para la población mexicana, el azúcar es un bien de consumo básico y el nivel de consumo per cápita es de los más grandes en el mundo (41 kg); dentro de la dieta diaria del mexicano contribuye con el

17% de las calorías que consume diariamente. Es común observar que las bebidas embotelladas forman parte importante del hábito de consumo de las personas de campo y ciudad, particularmente entre los trabajadores de la construcción.

7.2. Regiones Productoras

De las cinco regiones que hay en el país (Figura 5), dos son las más representativas en la producción de caña de azúcar durante 1997–2007: la región Sur Sureste y la Centro Occidente, en las que se obtiene el 83.5% del volumen total producido.

La región de mayor producción de caña de azúcar es la región Sur Sureste, con un volumen de producción de 26,536.8 miles de toneladas cifra que representa el 56.1% del volumen total producido en esta región; específicamente es en el estado de Veracruz donde se obtiene la mayor parte de la producción de esta región: 18,053.6 miles de toneladas. La tasa media anual de crecimiento en esta región es de 1%.

La región que ocupa el segundo lugar en producir caña de azúcar es la Centro Occidente al promediar 12,935.8 miles de toneladas de 1997–2007, lo que representa el 27.4% del volumen total producido; Jalisco es el estado que obtiene el volumen más alto de esta región con 5,622 miles de toneladas.



Figura 3. **División de las cinco regiones productoras de caña de azúcar en México en los años 1997-2007, dadas en toneladas**

7.3. Superficie sembrada caña de azúcar

La superficie sembrada con caña de azúcar en México se distribuye principalmente en los estados de Veracruz, donde se cultiva, en promedio anual, 253 miles de hectáreas lo que representa el 36.7% del total nacional. En segundo lugar se encuentra Jalisco, entidad que destina 70 mil hectáreas representando un 10.2%; San Luís Potosí tiene 58 mil hectáreas que equivale a 8.5% del total, Oaxaca y Tamaulipas destinan en promedio 52 Y 51 mil hectáreas, lo que significa un 7.6% y 7.5% respectivamente, en Sinaloa la superficie sembrada es de 32 mil hectáreas equivalente al 4.7%, Nayarit y Tabasco destinan 28 mil hectáreas, Chiapas en promedio tiene 27 mil hectáreas, que implica un 4%, y Morelos dedica 16 mil hectáreas en promedio cifra que significa 3% de la superficie total. La superficie destinada a la producción de este cultivo en las entidades antes mencionadas representan el 89.5% del total nacional. A lo largo del periodo Chiapas presenta una

tasa media anual de crecimiento de 2.4%, siguiéndole Nayarit con 2%, Tamaulipas con 1.8%. Los años en que se tuvo una mayor superficie sembrada en el país fueron, 1998 y 1999 con 692 y 693 mil hectáreas respectivamente. De 2003 a 2007 la superficie sembrada aumentó de 682 mil a 727 mil hectáreas (Marcos Rojas, Yadira Gpe. 2010).

Cuadro 1. Superficie sembrada de caña de azúcar en México, miles de hectáreas 1997-2007.

Estado	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Media
Veracruz	233	257	254	251	236	247	254	256	265	264	265	253
Jalisco	68	72	80	68	71	70	68	69	68	69	72	70
San Luis Potosí	57	50	50	69	52	53	62	62	61	61	65	58
Oaxaca	51	52	53	36	51	54	52	54	57	57	56	52
Tamaulipas	49	49	50	43	45	45	51	58	58	58	58	51
Sinaloa	41	41	36	37	28	25	27	28	27	33	32	32
Nayarit	27	26	28	29	27	27	27	27	28	30	33	28
Tabasco	25	28	28	27	27	27	28	32	27	28	27	28
Chiapas	22	27	27	27	27	28	28	29	30	26	28	27
Morelos	19	15	15	15	15	16	15	17	17	18	18	16
Otros	78	76	72	67	66	70	71	68	68	73	73	89
Nacional	670	692	693	668	647	664	682	701	708	717	727	689

7.4. Variedades de caña de Azúcar

Existen muchas variedades para cultivar, la selección de estas depende de la adaptación a las condiciones climatológicas y de suelo de la zona de influencia de cada ingenio.

Su selección depende de los siguientes factores:

- Tener un alto contenido de sacarosa.
- Tolerancia a las principales plagas y enfermedades.
- Rendimientos similares en los diferentes cortes (plantillas, soca, resocas)

A continuación se mencionan algunas variedades que podemos encontrar dentro del estado de Veracruz y algún estado vecino junto con el ingenio en el que se encuentra. (Marcos Rojas, Yadira Gpe. 2010).

La variedad "NCO-310" ha tenido una larga vigencia que debido a la gran tolerancia que ofrece a la sequía; en el ingenio la Joya el 57% del total de la caña procesada es de esta variedad; por lo que se le considera la más importante de la región de influencia de dicho ingenio, también este ingenio utiliza la variedad "CO-997" con 31% del total de caña procesada, otras variedades con porcentajes de procesamientos pequeños son: MEX-5932, 2%; RD 75-11, 2%; CP 72-2086, 1%; MEX-5618, 1% y el 6% restante la conforman variedades con porcentajes menores al 1%.

La variedad "CP 72-2086" es la de mayor utilización en el ingenio San Pedro, ubicado en el Municipio de Lerdo de Tejada, Veracruz con un 24.14% del total de caña procesada; la variedad Q-96 ocupa el segundo lugar con el 19.86%, la variedad Q-68 tiene el tercer lugar con el 19.75%; así mismo las variedades MEX 69-290 con el 11.67%; MEX 58-821 con el 10.69%; MEX 68-p-23 con el 4.02%; RD 75-11 con el 2.60%; SP 70-1284 con el 1.22% y MEX 57-1285 con el 0.17%.

La caña criolla cuya clasificación botánica es *Saccharum officinarum*, es la variedad que trajo Hernán Cortés, la más antigua y la más repartida en la República Mexicana; posee un jugo abundante y de la mayor riqueza en sacarosa, estando dotada de gran vitalidad, pues a pesar de su larga estancia en nuestros campos, no ha degenerado en lo más mínimo. No obstante, tiene el inconveniente de que es muy sensible a los extremos de calor y frío, por lo que suele enfermarse algunas veces. Llega a alcanzar tres y medio metros de altura y sus cañutos son delgados. Las variedades se agrupan en claves y están compuestas por letras y números. Las letras señalan el lugar de origen de la variedad y el número al año cuando fue producida y a la serie que corresponde. Destacando de estas la MEX 69-290, RD 75-11 y CP 72-2086. Las cuales fueron empleadas para el estudio de este proyecto, en el cual se sometieron a estrés hídrico con el agente estresante de PEG-6000.

Cuadro 2. Algunas variedades de caña de azúcar que se han comercializado en México.

	Mex		Canal Poi	RD	Q	Otras
Mex 52-17	Mex.55-61	Mex.58-1230	CP 74-2005	RD 75-11	Q-96	RB 73-9735
Mex 52-23	Mex 55-250	Mex 59-144	CP 72-2086		Q-68	Co-997
Mex 52-29	Mex 55-261	Mex 59-641				
Mex 53-142	Mex 55-286	Mex 60-1403				
Mex 53-157	Mex 55-105	Mex 60-1459				
Mex 54-81	Mex 56-356	Mex 69-290				
Mex 54-88	Mex 56-563	Mex 68-P23				
Mex 54-138	ITAXMex 57-197	Mex 64-1487				
Mex 55-21	Mex 57-863	Mex 79-431				
ZMex 55-32	Mex 57-1285					

7.4.1. La variedad RD 75 11

Los progenitores son las variedades: CB 38–22 X CP 57-603. Esta variedad es originaria de República Dominicana. Su jugo es muy estable en proceso de maduración. Es adaptable con suelos de textura pesada y en periodos de alta sequía, presenta alta susceptibilidad, la cual se refleja por su estancamiento, en su desarrollo y secamiento de la parte aérea de la planta; además de presentarse un acortamiento marcado de los entrenudos. En los meses de lluvias, hay buena respuesta en la producción teniendo un buen contenido de sacarosa.



Figura 4. Variedad RD 75 11.

7.4.2. La variedad MEX 79-431

Esta variedad presenta tallo grueso (26 a 32 mm de diámetro), de color amarillo claro, sus entrenudos son medianos de 14 cm, rugosos por la presencia de ceras, el nudo es llano y conoidal, el color en edad joven es amarillo crema y maduro varía de amarillo crema a amarillo verdoso; su anillo de crecimiento es protuberante y estrecho, yema ovada con base redonda y aletas estrechas y hoja curvada de mediana longitud.

Los resultados dependen de la calidad de semilla, profundidad de siembra y disponibilidad de agua en el suelo al momento de la siembra mayo (García, E.A. 1984.).



Figura 5. Variedad MEX 79-431.

7.5 La nutrición de la caña de azúcar

De los factores que influyen sobre el crecimiento y producción de plantas cultivadas, la nutrición vegetal, es sin lugar a dudas, uno de los que pueden ser más determinantes. Esta disciplina se ocupa de estudiar los procesos involucrados en la absorción y aislamiento de nutrientes por las plantas superiores, así como de los factores que afectan y su relación con la producción y calidad de las cosechas.

Los elementos esenciales son aquellos que tienen una función conocida dentro del metabolismo de la planta; en ausencia de éstos se presentan síntomas visuales de

deficiencia, que pueden ser corregidos cuando son abastecidos en cantidades que requieren las plantas. Son clasificados en macronutrientes y micronutrientes, de acuerdo a la cantidad que son requeridos por la planta: los macronutrientes son requeridos en cantidades mayores que los micronutrientes. Los macronutrientes y la forma iónica en que son absorbidos por la planta son: Nitrógeno (NH_4^+ , NO_3^-), Fósforo (H_2PO_4^-), Potasio (K^+), Calcio (Ca^{2+}), Magnesio (Mg^{2+}) y Azufre (SO_4^{2-}). Los micronutrientes y las formas iónicas en que éstos son preferentemente absorbidos por las plantas son: Hierro (Fe^{2+} y Fe^{3+}), Cobre (Cu^{2+}), Zinc (Zn^{2+}), Manganeso (Mn^{2+}), Boro (H_3BO_3), Cloro (Cl^-), Níquel (Ni^{2+}) y Molibdeno (MoO_4^{2-}) (Alcántar y Trejo-Téllez, 2007). Carbono (C), Hidrógeno (H) y Oxígeno(O) también son elementos esenciales para la planta. No obstante, no son incluidos en la clasificación antes mostrada por ser obtenidos de la atmósfera o del agua en el caso específico del H y del O.

Las exigencias nutricionales varían entre especies, entre variedades o cultivares, e incluso entre estados fenológicos y parte de la planta. A continuación se detallan las funciones de los nutrimentos en el metabolismo vegetal.

Las plantas tienen un desarrollo y crecimiento adecuados, cuando son abastecidas con nutrimentos esenciales en cantidades suficientes. Éstas varían entre especies y entre estados fenológicos como ya se mencionó anteriormente. (Alcántar y Trejo-Téllez, 2007).

VIII. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

8.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno depende del estado en que se encuentra el suelo, de su dureza, grado de humedad. El objetivo de la preparación del suelo es darle al terreno las condiciones más adecuadas que permitan someterlo a una explotación agrícola. El destronque consistió en el chapeo y la limpieza de palos.

El Subsulado se realizó para romper el suelo compactado por debajo de la capa arable a bastante profundidad sin voltear para poder facilitar la eficiencia del primer barbecho. El primer y segundo barbecho tuvo por función voltear el terreno destruyendo malezas. Su importancia radica en que removió y fragmentó la profundidad del terreno, esta condición es indispensable para obtener una buena siembra y una mayor duración de las cepas, sin embargo, en nuestro experimento se evaluarán cuál de las variedades sembradas son más adaptadas al suelo Gleysol.

Después del segundo barbecho o cruza, quedaron terrones grandes, por lo que fue necesario dar un paso de rastra semipesado, con el fin de desmoronarlos además con esto se facilitó la surcada y el tapado de la semilla.

8.2. Diseño experimental

Se identificó el terreno donde se realizó el experimento. En el cual la parcela experimental se estableció con base a un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones.

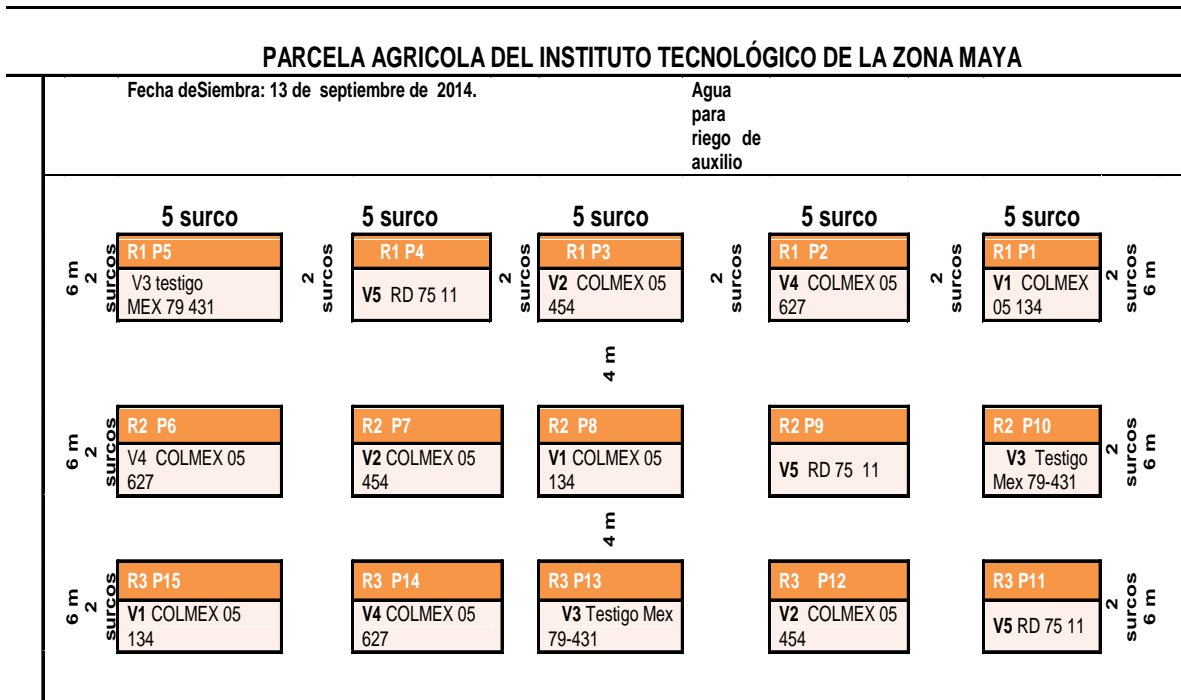


Figura 6. Croquis de siembra de las variedades de caña.

8.3. Siembra

La siembra se llevó el 13 de septiembre de 2014, en la cual se sembraron 5 surcos de 6 metros por cada variedad, la distancia entre surcos fue de 1.4 m. La semilla se tendió a doble tallo uniendo “base y punta”. El tapado se realizó con aproximadamente 4-6 cm de suelo.

8.4. Fertilización

Una vez tendidas las cañas se aplicó la primera fertilización química, mediante la dosis 18-46 00 de fosfato diamónico (DAP) y en raizador Raíz Plant 500 en dosis de 120-60-60, ambos se mezclaron en una bomba de 20 litros y la aplicación se llevó a cabo de manera directa en la semilla, cabe señalar que la cantidad de fertilizante se calculó en base a una hectárea.

8.5. Control de plagas y enfermedades

A partir de los 20 días después de la siembra hasta los 90 días, se llevó a cabo un monitoreo riguroso de plagas y enfermedades. No obstante, durante la realización del ensayo, no se presentó ninguna plaga, ni enfermedad.

8.6. Control de malezas

Se realizó de forma manual, con azadón y machete en toda el área del cultivo, con el propósito de evitar que sean hospederos de plagas y competidores de nutrientes en la caña.

8.7. Evaluación agronómica

En este experimento se evaluó la germinación (%) a los 20 y 40 DDS. Posteriormente, a los 90 DDS se tomaron datos de crecimiento como la altura del cogollo (cm), altura total (cm), diámetro del tallo (mm), peso de la biomasa (g/planta), y población al final del periodo experimental en un metro lineal (individuos/m).

8.7.1. Germinación (%)

Se realizó a los 40 DDS. Se obtendrá dividiendo el número de yemas brotadas entre el número de yemas sembradas multiplicado por cien. Tomando como parámetro las unidades existentes en tres sitios de un metro lineal en cada repetición.

8.7.2. Altura del cogollo (cm)

A los 90 DDS se determinó mediante flexómetro midiendo desde la base del tallo hasta la altura del primer anillo visible de arriba hacia la base de la planta. Lo anterior se midió para nueve plantas por repetición y variedad.

8.7.3. Altura total (cm)

Se determinó a los 90 DDS mediante flexómetro midiendo desde la base del tallo hasta la punta de la hoja más larga de la planta, esto se realizó para nueve plantas por repetición y variedad.

8.7.4. Diámetro del tallo (mm)

Esta característica es de las más consistentes y confiables. A los 90 DDS se determinó mediante un vernier tomándose la lectura en la base del tallo de las plantas. Para ello se tomaron nueve plantas por repetición y variedad.

8.7.5. Peso de la planta a los 90 DDS (g MF/planta)

Para determinar esta variable se cortó a ras de suelo una planta por repetición (la planta número 9 en este proyecto), posteriormente fue trozado en secciones similares y después fue pesado con una balanza digital para obtener el peso fresco de la biomasa.

8.7.6. Población (No. de individuos/m)

Se contabilizó el número de individuos existentes en cada replica en un metro lineal, y con ello estimar la densidad de población (plantas por hectárea), y se calificó comparando los resultados de cada variedad con respecto a la variedad testigo o con base a una población de 80 mil tallos/ha considerada aceptable.

8.8. Análisis de datos

El análisis de los datos se efectuó mediante el programa estadístico Sigmaplot versión 11.0 para Windows® por medio de un análisis de varianza de una vía. Cuando se encontraron diferencias entre las variedades evaluadas se procedió a realizar una prueba de Tukey al 5% de error.

IX. RESULTADOS

9.1. Germinación

Los resultados indican que las variedades MEX 79-431, COLMEX 05-627, y RD 75-11 tuvieron la mayor germinación a los 20 DDS, mientras que las variedades COLMEX 05-134 y COLMEX 05-454 tuvieron la menor germinación (Cuadro 1). Asimismo, a los 40 DDS se observó que las variedades COLMEX 05-134, MEX 79-431, COLMEX 05-627 y RD 75-11 tuvieron la mejor germinación con excepción de la variedad COLMEX 05-454 (Cuadro 1).

Cuadro 3. Germinación (%) de la caña de azúcar a los 20 y 40 DDS en un suelo gleysol en el sur de Quintana Roo, México.

Variedades	20 DDS	40 DDS
COLMEX 05-134	15.55 (\pm 2.83) b	42.66 \pm 6.23 a
COLMEX 05-454	7.92 (\pm 2.20) b	18.00 \pm 3.98 b
MEX 79-431	29.11 (\pm 5.13) a	49.77 \pm 7.33 a
COLMEX 05-627	25.25 (\pm 5.32) a	67.40 \pm 6.80 a
RD 75-11	28.44 (\pm 5.28) a	54.07 \pm 9.06 a
Promedio	21.20 (\pm 4.15)	46.38 (\pm 6.68)
Valor – <i>F</i>	4.438	7.022
Valor – <i>p</i>	0.003	<0.001

9.2. Crecimiento

Con relación al diámetro del tallo de la caña se encontró que a los 90 DDS las variedades COLMEX 05-134 y la RD 75-11 fueron mayores (Cuadro 2). Con respecto a la altura total de la caña se observó que todas las variedades evaluadas son similares (Cuadro 2). Por otra parte, la altura del cogollo fue mejor para las variedades: COLMEX 05-627, COLMEX 05-134 y MEX 79-431, no obstante, estas dos últimas variedades fueron similares a la COLMEX 05-454, que fue la variedad con una menor altura de cogollo (Cuadro 2).

Cuadro 4. Crecimiento de la caña de azúcar a los a 90 DDS en un suelo gleysol en el sur de Quintana Roo, México.

Variedades	Diámetro del tallo (mm)	Altura total (cm)	Altura del cogollo (cm)
COLMEX 05-134	20.97 (\pm 0.86) a	172.40 (\pm 3.39) a	40.96 (\pm 1.48) ab
COLMEX 05-454	16.95 (\pm 0.76) b	160.18 (\pm 4.86) a	34.60 (\pm 1.42) b
MEX 79-431	18.88 (\pm 0.62) b	167.63 (\pm 3.27) a	37.77 (\pm 1.63) ab
COLMEX 05-627	19.18 (\pm 0.83) b	173.22 (\pm 5.86) a	42.88 (\pm 2.83) a
RD 75-11	22.73 (\pm 0.72) a	172.40 (\pm 4.76) a	39.48 (\pm 1.82) ab
Promedio	19.74 (\pm 0.75)	169.57 (\pm 4.42)	39.14 (\pm 1.84)
Valor – <i>F</i>	8.199	1.461	2.714
Valor – <i>p</i>	<0.001	0.218	0.033

9.3. Producción de biomasa

Con relación al rendimiento de biomasa fresca a los 90 DDS se observó que las variedades evaluadas fueron similares, con valores promedios que van de 134.6 g MF planta⁻¹ a 190.4 g MF planta⁻¹ (Figura 3).

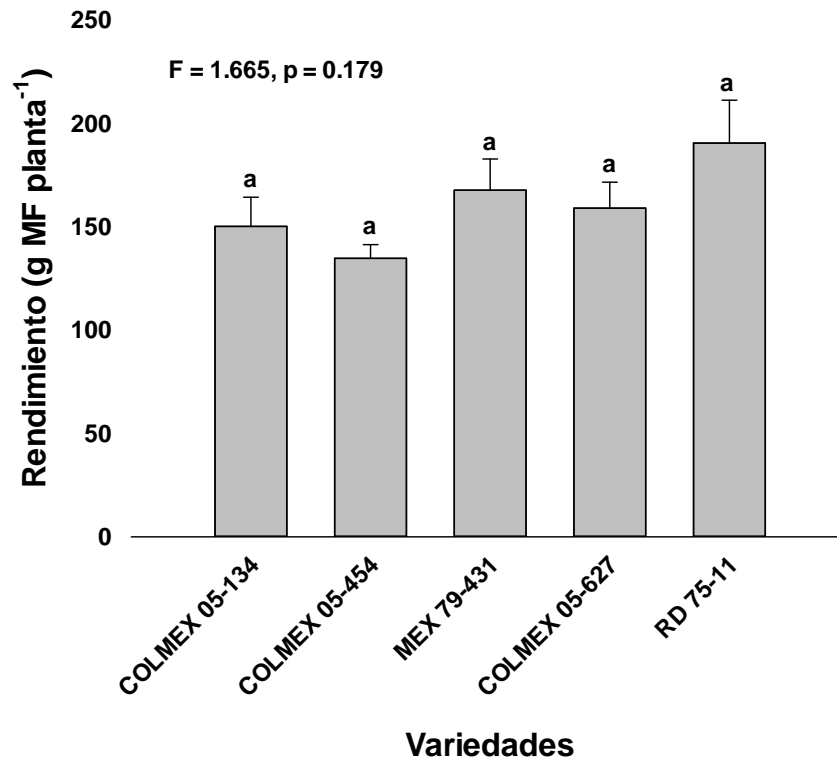


Figura 7. Rendimiento de biomasa (g MF planta⁻¹) de la caña de azúcar a los a 90 DDS en un suelo gleysol en el sur de Quintana Roo, México.

9.4. Población

A los 90 DDS se encontró que las variedades de caña COLMEX 05-134, MEX 79-431, COLMEX 05-627 y RD 75-11, tuvieron la mayor población de plantas por metro lineal (i.e. mayor número de individuos), a diferencia de la variedad COLMEX 05-454, que tuvo la menor población (Figura 4).

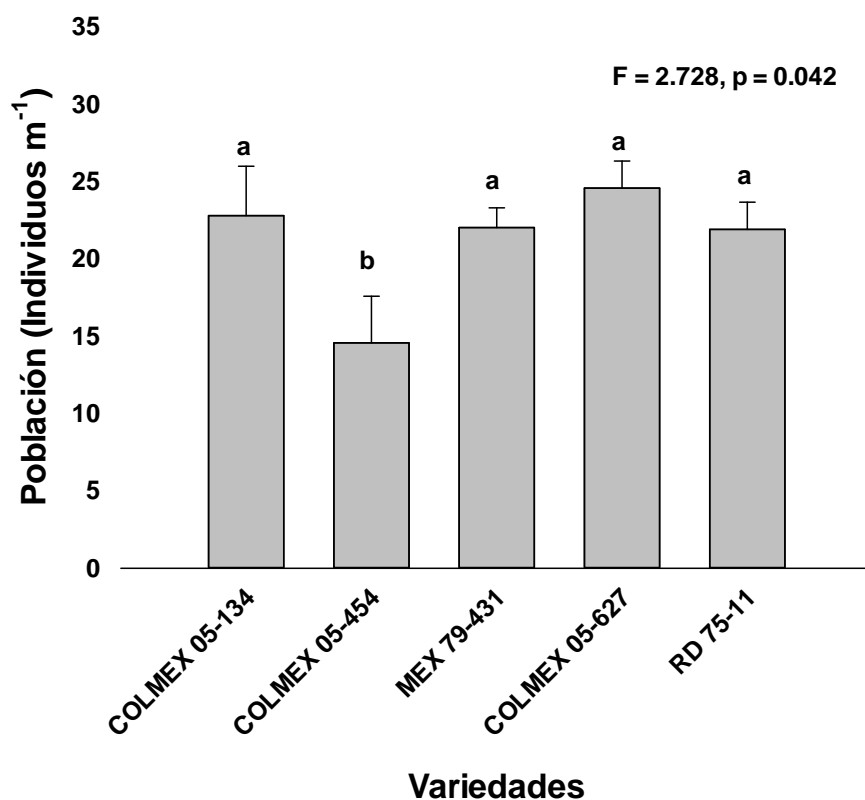


Figura 8. Población de la caña de azúcar (Individuos m⁻¹) a los a 90 DDS en un suelo gleysol en el sur de Quintana Roo, México.

X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las variedades de caña COLMEX 05-134, MEX 79-431, COLMEX 05-627 y RD 75-11 presentaron la mejor germinación.

En cuanto al crecimiento, las variedades manifestaron algunos cambios significativos, es decir; las variedades COLMEX 05-134 y la RD 75-11 tuvieron tallos más gruesos. A diferencia de la variedad COLMEX 05-627 que tuvo la mayor la altura del cogollo, mientras que la altura total fue similar para todas las variedades.

Con respecto al rendimiento las variedades mantienen una producción de biomasa similar a los 90 DDS. A pesar de lo anterior, la variedad COLMEX 05-454, tuvo la menor población de individuos.

El corto tiempo de evaluación no permite recomendar una variedad de caña específica para la zona sur del estado de Quintana Roo, no obstante; es necesario continuar con los estudios para determinar la mejor variedad de caña con respecto al rendimiento acumulado al final del ciclo del cultivo.

XI. LITERATURA CITADA

Alcántar G. Trejo-Téllez L. 2007. Nutrición de cultivos. Colegio de postgraduados, México. Ed. Mundi-prensa México. Págs.23-24

FAO, 2004. Consulta en la Base de Datos de Estadísticas: FAOESTAT en Internet: http://www.fao.org./es/esc/es/20953/20990/highlight_28187es.html; Fecha de consulta: 5/05/2004.

Flores, C.ceres S. 2001. Las variedades de caña de azúcar en México. ATAM, México, D.F.Disponible en: httpwww.colpos.mxwb_pdfAgroproductividad2014AGRO-PRODUCTIVIDAD%20II%202014.pdf

García, E.A. 1984. Manual de campo en caña de azúcar. Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar. México.Disponible en: httpwww.colpos.mxwb_pdf-Agroproductividad2014AGROPRODUCTIVIDAD%20II%202014.pdf

INEGI. 2014. Disponible:<http://www.inegi.org.mx/>

IMPA. 1983. Programa de variedades. Objetivos, Importancia y Metodología Experimental. Instituto para el Mejoramiento de la Producción Azucarera-Cámara Nacional de la Industria Azucarera y Alcoholera, México, D. F. Disponible en: httpwww.colpos.mxwb_pdfAgroproductividad2014AGROPRODUCTIVIDAD%20II%202014.pdf

Ishikawa, S.; Ando, S.; Sakaigaichi, T.; Terajima, Y.; Sugiura, M. y Matsuoka, M. Dry matter production and N accumulation in sugarcane for use as animal feed. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol. 2007. p. 13.

Kingston, G.; Donzelli, J. L.; Meyer, J. H.; Richard, E. P.; Seeruttun, S.; Torres, J. y Van Antwerpen, R. Impact of the green-cane harvest production system on the agronomy of sugarcane. Proc. Int. Soc. SugarCaneTechnol., p.14.

Marcos Rojas, Yadira Gpe. (2010) "Desarrollo Morfológico y unidades spad, en vitroplantas de caña de azúcar sometida a estrés hídrico con PEG 6000". (Tesis Químico farmacéutico biólogo).universidad veracruzana facultad de ciencias químicas.Orizaba, ver. Disponible en:cdigital.uv.mx/bitstream/123456789-31002/1/MarcosRojas.pdf

Meier, E. A.; Thorburn, P. J.; Wagener, M. K. y Basford, K. E. The availability of nitrogen from sugarcane trash on contrasting soils in the wet tropics of North Queensland. Nutr. Cycl. Agroecosyst., 2006, vol. 75, p. 14.

Olivier, F. C. y Singels, A. Effect of a trash blanket on irrigation water use efficiency of sugarcane. Proc. Int. Soc. SugarCaneTechnol. 2007, p.15.

Salgado G., S., L., Bucio A., D. Riestra D. y L.C. Lagunes-Espinoza. 2003 CAÑA DE AZUCAR: hacia un manejo sustentable. ISBN 968-839-331-2. Campus Tabasco, Colegio de Posgraduados- Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del trópicohúmedo de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. P.1

SIAP, (2013).Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con Información de las Delegaciones de la SAGARPA en los Estados. Avance de Siembras y Cosechas Perennes 2013. <http://www.sagarpa.gob.mx>

Vicente, P. H. y Krishnamurthi, M. Sugarcane tras collection at the small farms in Southern India. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol. (2007), p.16

XII. ANEXOS

Anexo 1. Evidencia fotográfica de las actividades realizadas en campo experimental de la caña durante la residencia profesional.



Foto 1. Destronque chapeo y limpieza del terreno



Foto 2. Subsulado del terreno.



Foto 3. Barcecho del terreno.



Foto 4. Rastreo del terreno.



Foto 5. Surcado del terreno.



Foto 6. Corte de la semilla en el Estado de Campeche.



Foto 7. Las variedades de caña de azúcar ya en terrenos del Instituto Tecnológico de la Zona maya. Agrupadas según las variedades.



Foto 8. Corte de estacas.



Foto 9. Marcación de la parcela experimental.



Foto 10. Preparación para sembrar.



Foto 11. Comienzo de siembra de caña, uniendo base y punta. Dejando 10 cm de distancia entre vara y vara, dependiendo de la localización del canuto.



Foto 12. Siembra de la caña, en base al ejemplo anterior.



Foto 13. Terreno inundado durante la siembra de caña.



Foto 14. Germinación de la caña de azúcar, foto tomada a los 20 DDS.



Foto 15. Semilla de caña para resembrar.



Foto 16. Realización de resiembra en áreas no germinadas



Foto 17. Germinación a 40 DDS. Parcela que corresponde a la variedad COLMEX 05 627.



Foto 18. Parcela inundada a los 40 DDS que corresponde a la variedad COLMEX 05 454. Por esta razón esta variedad no germinó.



Foto 19. Desarrollo de la caña de azúcar de la variedad COLMEX 05 134 a los 90 DDS.



Foto 20. Variedad que corresponde a la testigo MEX 79-431 a los 90 DDS.



Foto 21. Herramientas utilizadas para la toma de datos (vernier y flexometro), ATO (cm), ATC (cm), DMT (mm), a los 90 y 120 DDS.



Foto 22. Equipo para tomar el peso de la biomasa de la caña (se utilizo a los 90 y 120 DDS).



Foto 23. Toma del diametro de la planta, se coloco el vernier en la base de la caña para la toma de datos, presionando con este la parte mas delgada de la base.



Foto 24. Toma de datos de la altura del cogollo mediante el flexometro, desde la base de la caña al primer anillo visible.



Foto 25. Toma de la altura total de la planta con el flexometro, desde la base hasta la hoja mas larga.



Foto 26. Se encontro una planta muriendose a los 120 DDS.



Foto 27. Conteo del número de hojas de la caña, que corresponde a la variedad COLMEX 05 454.



Foto 28. Conteo del número de población de la caña, que corresponde a la variedad COLMEX 05 454.



Foto 29. Hoja con manchas



Foto 30. Planta de caña muerta



Foto 31. Corte de la caña número 9 del metro lineal seleccionado para la toma de datos.



Foto 32. Marcado de la bolsa para identificar la variedad y de que bloques.



Foto 33. Peso de las bolsas con caña para saber cual es su biomasa, en el laboratorio de Quimica.



Foto 34. Anotación del peso en gramos.

