

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**CARACTERIZACIÓN DE LA FLORACIÓN EN 306 VARIEDADES DE  
CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.) CON FINES DE  
MEJORAMIENTO PARA DOS LOCALIDADES DE LA ZONA CAÑERA  
DE GUATEMALA**

**PABLO ANTONIO POLO JUÁREZ**

Guatemala, Noviembre de 2005

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

**CARACTERIZACIÓN DE LA FLORACIÓN EN 306 VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*) CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA DOS LOCALIDADES DE LA ZONA CAÑERA DE GUATEMALA**

**TESIS**

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

**PABLO ANTONIO POLO JUÁREZ**

En el acto de investidura como

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, Noviembre de 2005

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**RECTOR MAGNÍFICO**

Dr. M. V. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

DECANO	Ing. Agr. Ph.D. Ariel Adberramán Ortiz López
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Ávila
VOCAL CUARTO	M.E.P.U. Elmer Antonio Álvarez Castillo
VOCAL QUINTO	P.M.P. Miriam Eugenia Espinoza Padilla
SECRETARIO	Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes



Guatemala, Noviembre de 2,005

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores representantes:

De conformidad con las normas establecidas en la **LEY ORGÁNICA** de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

**CARACTERIZACIÓN DE LA FLORACIÓN EN 306 VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.) CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA DOS LOCALIDADES DE LA ZONA CAÑERA DE GUATEMALA**

Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el presente trabajo merezca su aprobación,

**ATENTAMENTE,**

**Pablo Antonio Polo Juárez**

## **ACTO QUE DEDICO**

**A Dios Por darme la vida, protegerme y ayudarme en todo momento.**

**A mis padres Marco Antonio y Maritza Sofia por apoyarme en todo, sin su amor y buena enseñanza nada de esto hubiera sido posible.**

**A mis hermanos Pedro Ramón y José Camilo.**

**A mi tío Enrique Figueroa Espinal (QEPD).**

**A mi “Mamita” Zoila Candida Cermeño Rodríguez (QEPD), he cumplido tu sueño.**

**A Don Matus y a mi tía Ana por su apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida.**

**A la familia Valle Barrientos: Norberto, Judith, Johana y Diego.**

**A mi novia Mireya Darleé Méndez Valvert por su ayuda y comprensión a lo largo de este camino, gracias por motivarme a llevarlo a cabo.**

**A mi tío Mynor, Mayra, Mario y a mi primo Mario Enrique.**

**A toda la familia Polo, Tíos, Tías, Primos y a mi abuelita Maria Luisa.**

**A mis compañeros y amigos: Germán González, Victor Cabrera, Ronny Roma, Elmer Roldán, Gerardo Cáceres, Enrique Velásquez, Virgilio Montejo, Juan Carlos Andrade, Eberto Rodas, Heisler Gómez, Arodi Chavez, Zamora, Alejandro Rivas, César Barrios, Eduardo Rivas, Oscar Castro, Winson González, Oscar Ávalos, Fernando Gómez, Ricardo Barrientos, Oscar Ajanel, Mónica García, Erick Giovanni, Geser González , Domingo ,gracias por su amistad.**

## **TESIS QUE DEDICO**

**A:**

**Mi Guatemala linda !**

**A la gloriosa y Tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala.**

**La Facultad de Agronomía, *“Gracias por haberme abrigado en tus aulas”.***

**El Colegio Salesiano “Don Bosco”, formador de personas con valores y con una buena base de conocimientos y a la XLVII promoción.**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A:**

**Mis asesores: Ing. Agr. Carlos Fernandez y PhD. José Luis Quemé, por sus contribuciones y enseñanza brindada.**

**Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA), y a su Director General PhD. Mario Melgar Morales, en especial al programa de variedades por su colaboración en esta investigación.**

**Oscar Castro, P.Agr. Ernesto Linares Zepeda, Ing. Agr. MSc. Héctor Orozco, Don Venancio y a todo el personal de CENGICAÑA por sus conocimientos y experiencias compartidas.**

**A la subárea de Ciencias Químicas: Ing. Agr. Pedro Armira, Lic. Enrique Flores, Lic. Romeo Pérez, Lic. Julio Chinchilla, Lic. Jorge Solís, Bessy García y en especial al señor Gustavo Rodas por su amistad y colaboración y a todas las personas que de una u otra forma colaboraron para que este trabajo se llevará a cabo.**

## CONTENIDO GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b>	<b>v INDICE</b>
<b>DE FIGURAS</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>vii</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>3</b>
<b>3. MARCO TEÓRICO</b>	<b>4</b>
3.1 Marco conceptual	4
3.1.1 Clasificación de la caña de azúcar	4
3.1.2 Género Saccharum	4
3.1.3 Floración	4
3.1.4 Floración en caña de azúcar	5
3.1.5 Estructura floral de la caña de azúcar	5
3.1.6 Polen y fecundación	6
A. Viabilidad de polen	6
B. Polen y germinación	7
3.1.7 Inducción de la floración	7
A. Inducción natural (utilizando microclimas con condiciones favorables para la floración)	7
B. Inducción artificial (regulación del foto período para la inducción de la floración)	7
3.1.8 Incidencia e intensidad de la floración	8
3.1.9 Sexado	8
3.1.10 Factores que afectan la floración	9
A. Influencia de la latitud en la floración	9
B. Fotoperíodo y radiación solar	9
C. Temperatura	10
D. Hormonas	10
3.2 Caracterización	10
3.2.1 Caracterización morfológica	11



<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>4. MARCO REFERENCIAL</b>	<b>12</b>
4.1 Ubicación de las áreas de estudio y características climatológicas	12
4.1.1 Subestación experimental los Tarros	12
4.1.2 Estación experimental Camantulul	12
4.2 Estudios relacionados con la floración	14
4.2.1 Estudios a nivel nacional	14
A. Floración de la caña de azúcar	14
B. La relación entre horas luz y floración en la zona cañera guatemalteca análisis y pronóstico 2000	14
C. Planificación de cruzamientos y producción de semilla sexual en la zafra 2000 – 2001	15
4.2.2 Estudios a nivel internacional	15
A. El comportamiento de la floración de las variedades de la caña de azúcar desplazadas latitudinalmente	16
B. Estudios sobre la floración de la caña de azúcar e el sur de Hainan, China	16
<b>5.OBJETIVOS</b>	<b>17</b>
5.1 General	17
5.2 Específicos	5.2 17
<b>6. HIPÓTESIS</b>	<b>18</b>
<b>7. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>19</b>
7.1 Material genético	19
7.2 Fecha de siembra y finalización del estudio	19
7.2.1 Fecha de siembra y finalización de estudio Estación experimental Camantulul	19
7.2.2 Fecha de siembra y finalización de estudio subestación experimental los Tarros	20

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
7.3 Manejo del experimento	20
7.4 Toma de datos	20
7.4.1 Días a floración	20
7.4.2 Conteo de tallos por unidad experimental	21
7.4.3 Conteo de inflorescencias por unidad experimental	21
7.4.4 Viabilidad del polen	21
7.4.5 Incidencia de floración	24
7.4.6 Intensidad de floración	24
7.5 Análisis de información	24
7.5.1 Definición de los grados de floración	24
7.5.2 Clasificación de variedades de acuerdo a días a floración	24
7.5.3 Determinación de sincronización en la floración de variedades progenitoras	24
7.5.4 Variables climáticas	25
7.5.5 Análisis estadístico	25
<b>8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>26</b>
8.1 Incidencia de la floración	26
8.2 Intensidad de floración	27
8.2.1 Intensidad de floración para cada localidad	29
8.3 Grados de floración	30
8.4 Duración de la floración	31
8.4.1 Duración de la floración para cada localidad	32
8.5 Viabilidad de polen	34
8.5.1 Viabilidad de polen para cada localidad	36
8.6 Días a floración	37
8.6.1 Días Flor para variedades que florecen solo en una localidad	38
8.7 Cruzamientos	39
8.7.1 Cruzamientos posibles	40
<b>9. CONCLUSIONES</b>	<b>41</b>

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>10. RECOMENDACIONES</b>	<b>42</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>43</b>
<b>12. APENDICES</b>	<b>45</b>

## INDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PÁGINA
Cuadro 1. Intensidad de la floración de 8 variedades comerciales en tres zonas altitudinales	14
Cuadro 2. Iniciación floral (F1) y emergencia floral de 147 variedades de caña de azúcar en Alejandría Egipto (31° 12' N) durante el período 1972-1975	15
Cuadro 3. Procedencia y número de variedades que conforman la Colección de Trabajo	19
Cuadro 4. Manejo agronómico de caña de azúcar	20
Cuadro 5. Incidencia de floración de 306 variedades de la colección de trabajo de CENGICANÑA, evaluada en dos localidades de la zona cañera de Guatemala, zafra 2001-2002	28
Cuadro 6. Grados de floración en ambas localidades, zafra 2001-2002	30
Cuadro 7. Número de variedades agrupadas de acuerdo a intervalos de inicio de floración	34
Cuadro 8. Variedades con viabilidad de polen mayor a 50% "Supermachos"	37
Cuadro 9. Resumen de estadísticos para días a floración 156 variedades que florecieron para ambas localidades	38
Cuadro 10. Estadísticos para las variedades que florecieron exclusivamente para cada localidad	39
Cuadro 11. Número de cruzamientos posibles para ambas localidades y entre localidades	39
Cuadro 12. Combinaciones de progenitores de los grupos G1 y G4b según cluster 1998- 1999 y el estudio realizado	40
Cuadro 13"A". Datos de 156 variedades que florecieron en ambas localidades zafra 2001 – 2002	47
Cuadro 14"A". Variables medidas de 60 variedades Los Tarros zafra 2001 – 2002	50
Cuadro 15"A". Variables medidas de 19 variedades Estación Experimental Camantulul zafra 2001 – 2002	51
Cuadro 16"A". Variedades que no presentaron floración en ambas localidades	52

## INDICE DE FIGURAS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 1. Ubicación de las dos localidades donde se realizó el estudio	13
Figura 2. Procedimiento utilizado para el sexado, en caña de azúcar	23
Figura 3. Intensidad de floración en 156 variedades de caña de azúcar en Los Tarros 2001–2002	27
Figura 4. Intensidad de floración en 156 variedades de caña de azúcar en Camantulul 2001–2002	28
Figura 5. Intensidad de floración en 60 variedades de caña de azúcar en los Tarros 2001-2002	29
Figura 6. Intensidad de floración en 19 variedades de caña de azúcar en Camantulul 2001-2002	30
Figura 7. Duración de la floración en días para 156 variedades de caña de azúcar que florecieron en los Tarros (A) y Camantulul (B), 2001-2002	32
Figura 8. Duración de la floración en días para 60 variedades de caña de azúcar que florecieron en los Tarros, 2001-2002	33
Figura 9. Duración de la floración en días para 19 variedades de caña de azúcar que florecieron en Camantulul, 2001-2002	33
Figura 10. Porcentaje de polen viable para 156 variedades de caña de azúcar en los Tarros 2001-2002	35
Figura 11. Porcentaje de polen viable para 156 variedades de caña de azúcar en Camantulul 2001-2002	35
Figura 12. Porcentaje de polen viable para 60 variedades de caña de azúcar en los Tarros 2001-2002	36
Figura 13. Porcentaje de polen viable para 19 variedades de caña de azúcar en Camantulul, 2001 – 2002	36
Figura 14 “A”. Curva de fotoperíodo, basada en horas/luz por día para Guatemala	46

**CARACTERIZACIÓN DE LA FLORACION EN 306 VARIEDADES DE CAÑA DE AZUCAR  
(*Saccharum* spp.) CON FINES DE MEJORAMIENTO PARA  
DOS LOCALIDADES DE LA ZONA CAÑERA GUATEMALTECA**

**CHARACTERIZATION OF THE SUGARCANE BLOOMING (*Saccharum* spp.) FOR BREEDING  
IN TWO LOCALITIES OF GUATEMALAN SUGARCANE ZONE**

**RESUMEN**

En todo programa de mejoramiento de caña de azúcar, la floración, es una limitante, ya que de ella depende la generación de nuevos híbridos (6).

Cuando se quieren generar nuevos híbridos, se pueden presentar algunas limitantes tales como: la incidencia (presencia de inflorescencia), intensidad (porcentaje de floración), viabilidad de polen y fechas de floración, las cuales al integrarse, hacen que se disminuya la probabilidad de poder aprovechar todo el potencial genético, limitando así el número de cruzamientos posibles.

Para las condiciones del cultivo de caña de azúcar en Guatemala, se ha observado que a mayor altitud la incidencia de floración y la intensidad es mayor, (25) lo cual es un factor limitante para la producción, no así para la generación de híbridos.

El objetivo de este estudio fue el de generar información comparando la floración en dos localidades, en dos distintos rangos altitudinales con el propósito de incrementar el número de combinaciones híbridas del Programa de Variedades de caña de azúcar de CENGICAÑA.

Se evaluaron 306 variedades durante la zafra 2001-02 en dos localidades: Estación Experimental Camantulul (300msnm) y la Sub Estación Experimental de la Zona Alta, finca Los Tarros (760 msnm). Determinándose la incidencia, intensidad, viabilidad de polen, intervalos de floración y días flor para cada variedad. De las 306 variedades, 175 florecieron en Camantulul y 216 en los Tarros. En ambas localidades 156 variedades florecieron y 71 no lo hicieron. 19 florecieron exclusivamente en Camantulul y 60 en los Tarros. La mayor parte de las variedades iniciaron su floración antes del 25 de noviembre y muy pocas lo hicieron después del 20 de diciembre. El

promedio del intervalo de tiempo de floración para cada variedad fue de 23 días, teniendo algunos casos de variedades que se extendieron hasta los 60 días.

En promedio, la floración inició a los 257 días de efectuado el primer corte en Camantulul y para los Tarros 271 días después de la siembra. El porcentaje de polen viable promedio para ambas localidades fue muy similar; 24% para Camantulul y 26% para los Tarros.

#### 4. INTRODUCCIÓN

Para los procesos de fitomejoramiento en caña de azúcar, el órgano que reviste mayor importancia es la flor, ya que permite realizar nuevas combinaciones híbridas.

Aunque es reconocido que la floración tiene efectos negativos sobre el rendimiento. Se ha determinado en algunos experimentos de campo, que la planta que florece en un 35% de sus tallos puede perder de 15% a 20% de su rendimiento normal (en toneladas de azúcar por hectárea) (3).

Generalmente las plantas tienen distintas fases en su crecimiento y estas se pueden dividir en dos etapas: a) vegetativa y b) reproductiva. En la etapa vegetativa la planta pasa por los estados de crecimiento y desarrollo hasta alcanzar cierta madurez fisiológica, la cual la lleva a la etapa reproductiva donde el vegetal pasa por dos estados: a) floración y b) fructificación, siendo estos dos estados distintos. El crecimiento vegetativo y la fructificación dependen de la nutrición de la planta mientras que la floración está regido por hormonas específicas (17).

La floración en la caña de azúcar se encuentra influenciada tanto por factores ambientales como fotoperíodo, temperatura, humedad del suelo, insolación o brillo solar, intensidad de la luz solar, fertilidad del suelo, latitud y altitud; y por factores propiamente de la planta como edad fisiológica, sensibilidad de la variedad para florecer y estado nutricional de la planta (6, 13, 25, 26).

En cuanto al fotoperíodo, se puede decir que la caña de azúcar es una planta de día corto (3). De acuerdo a experimentos realizados (13), se ha encontrado que periodos nocturnos de 11 horas y 32 minutos (12 horas y 28 minutos de luz) son los más cercanos para la inducir a la floración, mientras que periodos de 11 horas de oscuridad (13 horas de luz) suprimen la floración y periodos de oscuridad de 13 horas 30 minutos (10 horas 30 minutos de luz) atrasan la floración.

Para el factor temperatura, se ha encontrado que las temperaturas óptimas nocturnas inductivas están entre 21 y 24° C (13, 26).



5 El presente trabajo está relacionado en la búsqueda de ambientes que induzcan la floración en forma natural, por lo tanto, el objetivo del estudio fue la evaluación del comportamiento de la floración de 306 variedades de caña de azúcar en dos diferentes localidades (zona alta y media) de la zona cañera de Guatemala.

## 2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En el proceso de mejoramiento genético de la caña de azúcar la floración juega un papel importante, ya que en esta etapa del desarrollo de la planta se pueden realizar las combinaciones híbridas para la búsqueda de genotipos que se adapten a los diversos ambientes, que tengan un mayor rendimiento, que sean menos susceptibles a plagas y otros.

El objetivo del Programa de Variedades de la caña de azúcar de CENGICAÑA es el desarrollo de variedades apropiadas para la agroindustria azucarera de Guatemala. Para esto es deseable que todos los materiales genéticos con que se cuenta en la Colección de Trabajo florezcan.

El número de variedades que florecen (Incidencia) y el número de inflorescencias (Intensidad) determinan el éxito de un programa de mejoramiento expresado en la cantidad de cruzamientos por campaña y por lo tanto el uso adecuado del germoplasma disponible. Debido a que en la Colección de Trabajo ubicada en la Estación Experimental Camantulul (280msnm) no todos los materiales florecen, promoviendo una disminución en la probabilidad de utilizar todo el potencial genético y limitando así el número de cruzamientos. Esto motivo ubicar una réplica en una zona de mayor altura, Subestación Experimental Los Tarros (760msnm) buscando un ambiente que favorezca la floración (6).

Debido a que no se tiene documentado el comportamiento de las variables de la floración de las variedades para estos dos ambientes: intensidad, incidencia, viabilidad de polen, días flor después de la siembra, viabilidad de polen e intervalo de floración, se hace necesario caracterizar estas variables para documentar y planificar de forma más eficiente los cruzamientos y la utilización del germoplasma.

El objetivo de esta caracterización es la evaluación del comportamiento de la floración en 306 variedades de caña de azúcar para dos localidades de la zona cañera de Guatemala; tiene el propósito de aumentar el potencial del número de combinaciones híbridas para el Programa de Variedades de CENGICAÑA.

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Marco Conceptual**

##### **3.1.1 Clasificación de la caña de azúcar**

La caña de azúcar pertenece a la familia Poaceae y al género *Saccharum*. Dentro de este género se considera que existen seis especies, dos silvestres y cuatro domesticadas; las silvestres corresponden a *S. spontaneum* y *S. robustum* y las domesticadas *S. edule*, *S. barberi*, *S. sinensis* y *S. officinarum* L., de las cuales se derivan las variedades de caña de azúcar cultivadas hoy en día. El número de cromosomas es variable dentro de cada especie lo cual ha inducido a una variación genética amplia en sus progenies cuando ellas han sido utilizadas en cruces ínter específicos (5).

##### **3.1.2 Género *Saccharum***

El género *Saccharum* cuenta con seis diferentes especies, siendo la más conocida y utilizada para el consumo y producción de azúcar *Saccharum officinarum* L., que tiene como punto de origen la isla de Nueva Guinea (4).

Con el aumento de la demanda de azúcar a nivel mundial y a la susceptibilidad de esta especie a diferentes plagas y enfermedades que atacan los grandes monocultivos, se empezó a buscar la forma de tener variedades de caña de azúcar resistentes, siendo el primer paso la hibridación de esta especie. Para esto se utilizaron variedades y otras especies, con el propósito de mejorar algunas características agroindustriales, dando lugar a híbridos ínterespecíficos. Estos híbridos provienen de cruces entre *S. officinarum* L., *S. spontaneum*, *S. robustum*, *S. sinensis*, y *S. Barbieri*, y se les denomina híbridos ínter específicos del complejo *Saccharum* (4).

##### **3.1.3 Floración**

Durante mucho tiempo se consideró la floración como un resultado de la acumulación de reservas alimenticias en los órganos vegetativos de las plantas; según esto se interpretó que la producción de flores requería de una gran cantidad de alimento y la floración se daba sólo cuando se hubiese sintetizado y almacenado la suficiente cantidad de alimento. Pero esta hipótesis no explicaba otros fenómenos que la acompañan.

En 1920, se descubrió que había otros factores que jugaban un papel importante en la iniciación floral, tal es el caso de la duración del día o fotoperiodo (10). Con estas investigaciones se pudieron conocer otros factores que interactúan con la planta para que se dé el fenómeno de la floración. En el crecimiento reproductivo de la planta se comprenden dos estados los cuales difieren tanto morfológica y fisiológicamente, siendo estos el estado de floración y el estado de fructificación. La floración provee a la planta el mecanismo de cruzamiento que induce a gran variedad de recombinación genética, mediante la cual se consiguen plantas adaptables a las distintas condiciones ambientales (10).

### **3.1.4 Floración en caña de azúcar**

Cuando los tallos alcanzan cierto desarrollo y se dan las condiciones que estimulan un cambio en el ápice de un estado vegetativo (primordio foliar) a un estado reproductivo (primordio floral) se da origen a la inflorescencia (panícula o panoja). El proceso de la floración es producto de una larga cadena de procesos fisiológicos complejos que se producen dentro de un período de más de 120 días después de la siembra, incluyendo la maduración fisiológica, la inducción y organización floral, así como la posterior emergencia de la panícula y luego el paso a la etapa de formación de la semilla y maduración de la misma (18).

La floración tiene gran influencia en dos aspectos: el primer aspecto se remite a la producción del azúcar, que se ve disminuida debido a que la planta utiliza gran parte de la energía (carbohidratos y sacarosa) presente en su tallo para la formación de la inflorescencia, disminuyendo su rendimiento, y el segundo aspecto es el mejoramiento genético, donde se utiliza la floración para la realización de cruzamientos (3), evento trascendental para los ensayos de nuevas combinaciones híbridas en programas de mejoramiento. Para estos programas la floración es importante ya que da origen a los mecanismos para la producción de nuevas combinaciones híbridas, indispensables en los programas de mejoramiento genético a nivel mundial.

Por esto en muchos países donde las condiciones no favorecen a la floración en condiciones naturales, promueven y se experimentan con la inducción artificial de la floración persiguiendo la sincronización de las variedades de caña de azúcar a cruzar (18).

### **3.1.5 Estructura floral de la caña de azúcar**

Es una panícula formada por un eje principal o raquis, cilíndrico en su parte inferior y estriado en la superficie. Las espiguillas están formadas por dos flores, una sésil o sentada y la

otra pedunculada, la flor es hermafrodita, cuyo perianto está reducido a una gluma externa y otra interna, seguida de una lemma estéril o tercera gluma, así como de una cuarta gluma o lemma fértil en el caso de *Saccharum spontaneum*.

El ovario es mono ovular y monocarpelar. El androceo está constituido por tres estambres, formado por tres filamentos blancos y delgados, cada uno de los cuales soporta a una antera, la que está dividida longitudinalmente por una depresión que es la línea de apertura cuando tiene lugar la dehiscencia. Las anteras son de color amarillo inicialmente y después se tornan de color morado, cuando han alcanzado su madurez. El gineceo está formado por dos estambres, un ovario redondo en sección transversal y deprimido hacia el lado ventral, formado por un solo carpelo y un óvulo anatropo. Del extremo superior del ovario se originan dos estilos terminales, los que se curvan hacia el exterior cuando tiene lugar la floración. Estos dos estilos terminan en dos estigmas plumosos. La ramificación y longitud de la inflorescencia depende de la variedad de las formas de *Saccharum officinarum* son más grandes y ramificados que los de *Saccharum spontaneum* (19).

### **3.1.6 Polen y fecundación**

#### **A. Viabilidad del polen**

Esta variable es de gran importancia ya que para poder conocer a los progenitores (masculino y femenino) es fundamental conocer la cantidad de polen fértil del que se dispone (15). Debido a algunas anormalidades meióticas asociadas con la constitución genética compleja de los híbridos de caña de azúcar, es necesario confirmar que el polen de los progenitores masculinos sea normal, fértil y funcional. Esta característica indica el porcentaje de polen que tiene características de poder fecundar el ovario del progenitor hembra y esto se obtiene mediante el procedimiento conocido como sexado.

Por las características que presenta el polen de la caña de azúcar se dice que es una planta tanto alogama como autogama, cuando la variedad es autofértil, es decir capaz de producir polen fértil y alogama debido a que entre diferentes variedades se puede dar lo que se le denomina hibridaciones que consiste en cruzar dos variedades con el propósito de obtener un gran número de “seedlings” o plántulas donde se puede obtener una o más variedades con las características deseadas. Debido a lo heterocigótico de las variedades de caña de azúcar, de cada semilla se dará origen a una planta teóricamente distinta (11).

## **B. Polen y germinación**

El polen es una célula especializada altamente sensitiva a la luz, la temperatura y la humedad. La germinación del polen es un factor genético así como su habilidad para sobrevivir condiciones adversas y de conservación. El crecimiento del tubo se da de manera vigorosa en las primeras cuatro horas de que el polen alcanza el estigma, luego de esto el crecimiento es más lento y el tiempo que alcanza en llegar al micrópilo está estimado entre 32 a 60 horas, esto dependiendo de la variedad. En híbridos de *S. officinarum* x *S. spontaneum* el crecimiento completo del tubo polínico dura alrededor de las 40 horas, mientras que en variedades nobles este proceso es más lento (15).

### **3.1.7 Inducción de la floración**

Para inducir la floración en caña de azúcar se utilizan dos técnicas básicas como lo son por medios naturales y artificiales.

#### **A. Inducción natural (utilizando microclimas con condiciones favorables para la floración)**

Esta técnica consiste en hacer un análisis edafoclimático (precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, iluminación, propiedades físicas y químicas del suelo) de aquellos microclimas que se encuentran cerca de zonas montañosas, o las que se presupone que reúnen condiciones favorables para la floración. Allí se llevan las variedades que no florecen en los campos de producción y que tienen características de interés como progenitores y comprobar así si éste microclima es bueno para inducir a la floración, aumentar la fertilidad del polen, así como para la formación de semilla botánica (15).

#### **B. Inducción artificial (regulación del foto período para la inducción de la floración)**

Está técnica es muy utilizada en todos aquellos países en donde la caña de azúcar no florece en condiciones naturales, debido a sus características climáticas. Para su empleo es necesario disponer de construcciones que permitan regular el fotoperíodo de acuerdo a las necesidades de floración de la caña de azúcar. Esta necesita alrededor de 120 días después de la siembra con una iluminación que comience con 12 horas y 30 minutos y termine con 12 horas, esto en condiciones artificiales pues en la naturaleza 20 días de inducción naturales es suficiente para que muchas variedades pasen del estado vegetativo al reproductivo. No obstante se debe

aclarar que las necesidades de cierta cantidad de horas de luz (fotoperíodo) son un carácter varietal y están influenciadas por una serie de condiciones adicionales (15).

### **3.1.8 Incidencia e intensidad de la floración**

Se dice que hay incidencia de la floración cuando se presenta emergencia de la panícula, esta se da en todas las variedades que encuentran la cantidad de horas luz adecuadas para la formación del primordio floral. La intensidad de la floración es la cantidad de panículas que se da en relación al número de tallos y se expresa en porcentaje. Esta varía dependiendo la calidad de luz, y este factor provoca que la misma variedad florezca en diferentes porcentajes en áreas diferentes de la zona cañera de Guatemala (25).

### **3.1.9 Sexado**

Este procedimiento consiste en comprobar la viabilidad del polen mediante diferentes pruebas sin tomar en cuenta la capacidad que pueda tener el óvulo o saco embrionario para ser fertilizado. Se restringe solo a las características del polen.

Entre las más utilizadas tenemos el uso de la solución de Lugol (1 gr. de yodo, 2 gr. de yoduro de potasio y 100cc de agua destilada) para distinguir los granos fértiles que se tiñen de azul oscuro. Se utiliza también el colorante acetocarmín (6).

El método más nuevo y con un medio de tinción mejorado está compuesto por “malachite green”, “acid fushin” y “orange g”, el cual tiñe diferencialmente de verde los granos fértiles no abortados se examinan los granos de polen en dos campos microscópicos y se calcula el porcentaje de polen no abortado como un índice de fertilidad de polen (6). Cuando se realiza el procedimiento del sexado con Lugol los granos de polen presentan la coloración típica de yoduro de almidón, mientras que los no viables quedan de color natural.

Para efectos prácticos se consideran como plantas hembras (auto-estériles) las que tienen los granos de polen no viables y como machos (pueden tener óvulos viables) las que tienen los granos de polen vivos, o sea, las que da lugol positivo. Generalmente, se estima que para fines de cruzamiento, que plantas que tienen más del 70 % de los granos fértiles son buenos progenitores masculinos y las que tienen menos del 30 % buenos progenitores femeninos (11).

### 3.1.10 Factores que afectan la floración

La floración en caña de azúcar está bajo control genético y ambiental. Todo un grupo de factores ambientales como la posición geográfica (latitud y altitud), fotoperíodo, lluvia, temperatura, radiación y calidad de luz, tipo de suelo, humedad del suelo, fertilidad del suelo (especialmente estatus de nitrógeno) plagas y enfermedades, momento de la plantación, y biológicos como relación de auxina, interferencia con el crecimiento vegetativo, que influyen en la floración (6).

#### A. Influencia de la latitud en la floración

La floración es estacional y su apareamiento va acorde con la latitud en que se encuentre ubicado. En el Ecuador y muy cercano a él, (3° a 5°) ocurre durante todo el año. Conforme se incrementa la latitud norte, la floración es estacional y comienza durante el equinoccio de otoño (alrededor del 21 de Septiembre). Gradualmente progresa hacia el norte. Alrededor de los 10° N en Octubre, 20° N Noviembre y 30° N para diciembre (20).

En la zona cañera de Guatemala (13° 55' a 14° 30' Latitud Norte) y durante seis años de observación (1992 – 1998) en la colección de germoplasma, se determinó que los clones más precoces inician su floración en la segunda quincena del mes de Octubre y la mayoría de las variedades muestran flor durante la primera semana y segunda del mes de Noviembre (25).

#### B. Fotoperíodo y radiación solar

El factor más importante que se considera para que se produzca la floración es la duración del día (fotoperíodo) (6). Además de esto el período de oscuridad desempeña una participación importante en la respuesta fotoperiódica, ya que una interrupción de la noche inhibe el florecimiento de las plantas de día corto y estimula el de plantas de día largo. Al parecer el fitocromo detecta la luz y su eficacia depende del tiempo de irradiación (23).

La caña de azúcar es sensible a los cambios en el fotoperíodo, especialmente a la disminución en la longitud del día cuando esta es larga (13 horas de luz hasta 12 horas de luz), lo cual estimula la floración de la planta. Así en las condiciones de la zona azucarera de Colombia, el estímulo de la floración ocurre al inicio del segundo semestre y se manifiesta en los últimos meses del año (5).

Basado en los datos del área de agrometeorología de CENGICAÑA y observaciones de campo se llega a la conclusión que la variable con mayor significación en la incidencia de floración en Guatemala es la radiación como una medida directa del brillo solar que se registran



en las partes altas y bajas de la zona cañera. A menor radiación más intensidad de floración y viceversa (25).

### **C. Temperatura**

Con respecto a la temperatura, varios investigadores reconocen su importancia sobre la inducción de la floración, el desarrollo de la inflorescencia y viabilidad del polen (18). Se encontró que las temperaturas extremas, máxima diurna ( $>32^{\circ}\text{C}$ ) y mínima nocturna ( $< 19^{\circ}\text{C}$ ), inhiben la inducción de la floración (22).

La respuesta de todas las plantas en sus procesos metabólicos depende del rango de temperaturas que prevalezcan en el lugar donde esta se desarrolle, si la temperatura sobrepasa el intervalo, las reacciones se pueden frenar debido a la desnaturalización de las sustancias de origen proteico que intervienen en todas estas reacciones (23).

### **D. Hormonas**

Se tienen muchas evidencias de que la iniciación floral en todas las plantas está controlada por hormonas, que se les han denominado florigénos debido a que promueven la floración y uno o más inhibidores de acción negativa, son sustancias que deberán identificarse (23).

En muchas especies vegetales las Auxinas inhiben la floración, en plantas de día corto la inhibición ocurre antes de que se complete la transferencia del florigén desde la hoja, luego de lo cual habrán efectos de promoción marginales. Asimismo las Citocininas y Giberelinas tienen efecto positivo en la inducción de la floración para ciertas especies dependiendo de las concentraciones que se utilicen (23).

## **3.2 Caracterización**

Al caracterizar recursos fitogenéticos, nos referimos a estimar todos los caracteres posibles de un individuo, así como conocer y cuantificar la diversidad biótica que se está conservando.

En definitiva se trata de dar respuesta a las siguientes preguntas:

- A. ¿Cuánta diversidad existe?
- B. ¿Cuánta debe ser conservada?
- C. ¿Cuánta es relevante?

Los caracteres que se pueden estudiar se agrupan principalmente en tres grupos:

- A. Morfológicos.
- B. Bioquímicos.
- C. Moleculares. (16)

### **3.2.1 Caracterización morfológica**

Los datos de caracterización y evaluación preliminar permiten discriminar e identificar los fenotipos conservados. Generalmente con variables de alta heredabilidad, que pueden ser detectadas a simple vista y que se expresan de la misma forma en todos los ambientes. Los descriptores de evaluación definen una característica o un atributo de los fenotipos conservados, por ejemplo: color del fruto, tamaño de la semilla, días a emergencia, época de floración, y otros, estos descriptores son establecidos por comisiones de expertos, de tal forma que las caracterizaciones realizadas en distintos puntos sean comparables y la inclusión de los datos en las bases informáticas y el manejo de dicha información pueda realizarse de una manera sencilla. (16)

Las caracterizaciones presentan las siguientes ventajas:

- a. Datos que permiten discriminar e identificar los fenotipos conservados.
- b. Los resultados obtenidos suelen ser congruentes.
- c. Se emplea un descriptor que utiliza variables de alta heredabilidad, fácilmente detectables a simple vista.

Las caracterizaciones presentan las siguientes dificultades:

- a. Datos influenciados por condiciones ambientales.
- b. Es necesario, muchas veces, esperar muchos años para poder caracterizar eficientemente.
- c. Es imposible determinar el genotipo de la planta (16).

## **4. MARCO REFERENCIAL**

### **4.1 Ubicación de las áreas de estudio y características climatológicas**

#### **4.1.1 Estación Experimental Los Tarros**

El estudio se realizó en dos localidades diferentes de la zona cañera de Guatemala, en la Subestación Experimental Los Tarros (Zona Alta), localizada en Santa Lucia Cotzumalguapa a 98.3 Km. al sur de la ciudad capital y 40.3 Km. de la Cabecera del departamento de Escuintla, a 14° 23' 29" latitud Norte y 91° 0'5" longitud oeste a una altura de 760 metros sobre el nivel del mar.

En dicha Subestación Experimental predomina una precipitación pluvial mayor a los 3500 mm, humedad relativa de 80%, temperatura media anual de 23° C, máxima media de 30° C y una mínima media de 17° C.

Los suelos donde está establecida la subestación son del orden Andisol desarrollados sobre cenizas volcánicas, suelos susceptibles a la erosión por las pendientes predominantes desde 10% hasta 40%, con drenaje moderado (8).

#### **4.1.2 Estación Experimental Camantulul**

En la Estación Experimental Camantulul de CENGICAÑA (Zona Media) en Sta. Lucia Cotzumalguapa a 92 kilómetros al sur de la ciudad de Guatemala y 34 kilómetros de la cabecera departamental Escuintla ubicada a 14° 19' 30" latitud norte y 91° 03'03" longitud oeste a una altura sobre el nivel del mar de 280 metros sobre el nivel del mar.

En la Estación Experimental Camantulul se cuenta con una precipitación anual promedio de 3562 mm, humedad relativa de 77.54 %, temperatura media anual de 25.3° C, máxima media de 31° C y una mínima media de 20° C (8).

En la Estación Experimental Camantulul se encuentran principalmente suelos del orden Andisol con un relieve ondulado y algunas zonas como ciénagas y sectores con anegamientos en época lluviosa (8).

### Ubicación de las localidades estudiadas

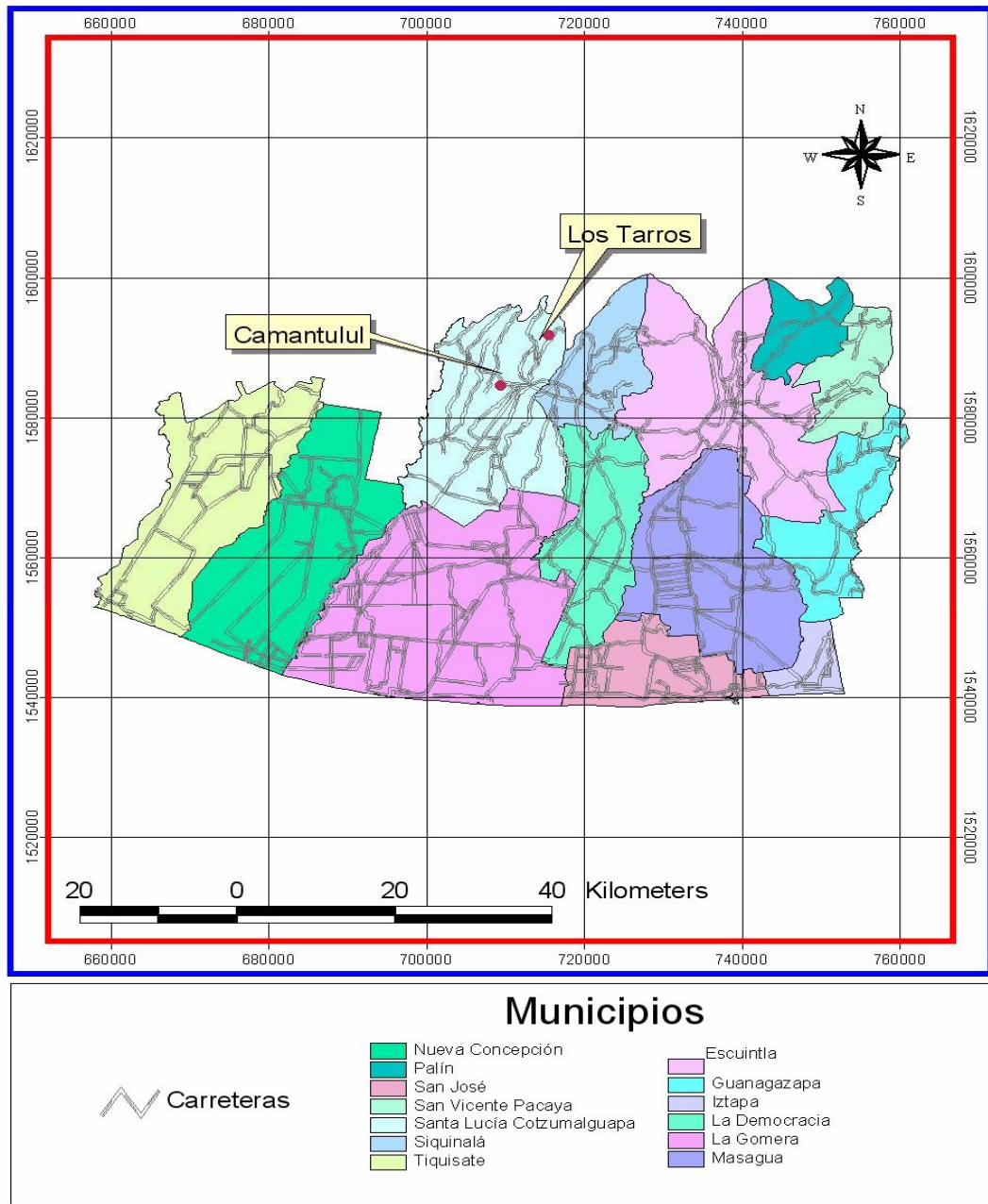


Figura 1. Ubicación las dos localidades donde se realizó el estudio.

## 4.2 Estudios relacionados con la floración

### 4.2.1 Estudios a nivel nacional

#### A. Floración de la caña de azúcar

Esta investigación fue realizada, con el fin de conocer la intensidad de la floración en ocho variedades comerciales de caña de azúcar; ubicándose el experimento en los tres estratos altitudinales de la zona cañera de Guatemala.

En todas las variedades se observó el mismo patrón, la intensidad se vio reducida en la zona baja, mientras para la zona alta y media no hubo gran diferencia, ya que unas tuvieron los valores más altos en el estrato medio y otras en el estrato alto. El valor de intensidad más alto lo registra la CP72-1312 (99%), para el estrato medio y para el estrato alto fue CP72-2086 (96%) (3). (Cuadro 1)

**Cuadro 1.** Intensidad de la floración de 8 variedades comerciales en tres zonas altitudinales (3).

4	ZONA	CP72-1312	CP72-2086	CP72-1210	CP57-603	Q96	Q102	BT65152	C87-51
	ALTA	91%	96%	94%	90%	92%	24%	63%	72%
	MEDIA	99%	98%	88%	75%	86%	14%	54%	64%
	BAJA	64%	61%	51%	10%	13%	18%	07%	31%

#### B. La relación entre horas luz y floración en la zona cañera guatemalteca análisis y pronóstico para el año 2000

En el área cañera guatemalteca, el programa de variedades de CENGICAÑA realizó en 1999 una investigación sobre incidencia de floración evaluando el comportamiento varietal en diferentes épocas de siembra y en diferentes zonas altitudinales. Se determinó que existen valores más altos de incidencia (arriba del 50% de tallos con inflorescencia) en la zona media (100-300 msnm), respecto a la incidencia de floración en la zona baja (0-100 msnm) en el período de siembra de enero a marzo, a consecuencia del incremento en la insolación, característica que está muy relacionada con la menor cantidad de precipitación en el estrato cercano al mar.

En el período de siembra de abril y mayo la incidencia de la floración, se comporta de igual manera en toda el área (50%), es decir el porcentaje de incidencia no varía entre zonas altitudinales. Los porcentajes de floración fueron tomados en diciembre para todas las épocas de siembra. Para el estrato medio los porcentajes de floración (intensidad de floración) estuvieron comprendidos entre el 60 al 75% y en el estrato bajo (altitud menor a 300msnm) serán menores obviamente para el año 2000 (7).

#### 4.2.2 Estudios a nivel internacional

##### A. El comportamiento de la floración en variedades de caña de azúcar desplazadas latitudinalmente

La floración en la caña de azúcar acorde a su ciclo y determinada por la latitud del sitio en que este plantada presenta cierta variación en cuanto a su centro de origen y en cuanto a su ciclo de vida muestra algunos cambios con respecto al tiempo de iniciación en su centro de origen. Variedades normalmente situadas lejos del ecuador tienden a florecer en menor tiempo que cuando crecen cerca de éste. Esto fue la conclusión a que se llegó con un estudio realizado en Sabahieya, Egipto, en el cual se determinó que las condiciones latitudinales óptimas para el crecimiento de la caña de azúcar se encuentra desde los 5° a 30° latitud y para razones del estudio estas fueron desplazadas a 31° 12' Norte (Alejandría, Egipto), para poder conocer su comportamiento. Bajo las condiciones que se presentan en ésta localidad, la floración comienza al final de diciembre y termina al final del mes de junio, presentando su temporada pico (respecto al inicio de la floración) en los meses de enero y febrero (2) (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Iniciación floral (F1) y emergencia floral de 147 variedades de caña de azúcar en Alejandría Egipto (31° 12' N) durante el período 1972- 1975 (2).

Centro de origen	Latitud	Variedades plantadas	No. variedades iniciadas	% de variedades iniciadas	No. de variedades incidentes	% de variedades incidentes
Australia (Q)	19° S	4	3	75	3	75
Barbados(B,Ba)	13° N	4	3	75	2	50
Brasil (CB)	5° S	1	1	100	1	100
India (Co,CoL,Co S)	11°N	87	67	77	55	63
Indonesia (POJ)	6°S	10	3	30	1	10
Puerto Rico(PR)	18°N	2	2	100	1	50
Sudáfrica (N,NCo)	29°S	6	6	100	3	50
Taiwán (F)	23°N	4	3	75	1	25
U.S.A(CP, CL, L)	26°-29°N	29	25	86	18	62
<b>TOTAL</b>		<b>147</b>	<b>113</b>	<b>76.9</b>	<b>85</b>	<b>58</b>

## **B. Estudios sobre la floración de la caña de azúcar e el sur de Hainan, China**

Sainan se encuentra en el sur de la isla de Hainan , lugar adecuado para el mejoramiento de caña de azúcar, pero el defecto de menos días de lluvias y baja humedad afecta a muchas variedades de escasa floración, que no llegan a florecer bajo estas condiciones.

Chungshen esta en el sur de la isla de Hainan pero con mayor precipitación, un mayor número de días de lluvia y alta humedad. A través de más de 10 años de observaciones y experimentos se encontró que la floración es mejor en Chungshen que en Sainan. La fertilidad del polen y el desarrollo de las semillas no es sin embargo diferente en estas localidades. Esto prueba que Chungshen es una localidad ideal para establecer el programa de floración con miras al mejoramiento genético. En dos sitios al sur de la isla de Hainan se encontró que aquel con mayor precipitación, mayor número de días de lluvia y alta humedad fue mejor para la floración de diferentes variedades de caña de azúcar (14).

## 5. OBJETIVOS

### 5.1 General:

Generar conocimiento útil tendiente a incrementar el número potencial de hibridaciones y aprovechar eficientemente el germoplasma presente, en la Colección de Trabajo del Programa de Variedades de caña de azúcar de CENGICAÑA.

### 5.2 Específicos:

- A. Determinar la incidencia e intensidad de la floración en variedades progenitoras de caña de azúcar (*Saccharum spp*), para identificar la localidad más apropiada para la realización de cruzamientos.
- B. Clasificar las variedades progenitoras de caña de azúcar con base en sus días a floración a partir de la fecha de siembra.
- C. Determinar el tipo de progenitores de variedades de caña de azúcar (progenitores macho y progenitores hembras) de acuerdo con el porcentaje de viabilidad del polen, mediante el proceso de sexado.
- D. Establecer con base en este estudio y en trabajos anteriores, las posibles combinaciones entre variedades de la Colección de Trabajo, tomando en cuenta la sincronía floral.



## 6. HIPÓTESIS

- A. La incidencia e intensidad de la floración será mayor en la Zona Alta 760 msnm (Subestación Experimental Ingenio Los Tarros) que en la Zona Media 280 msnm (Estación Experimental Camantulul).
  
- B. El porcentaje de viabilidad del polen en las variedades progenitoras no presentará diferencia para ambas localidades (Zona Alta y Zona Media).

## 7. MATERIALES Y MÉTODOS

### 7.1 Material genético

En la caracterización se evaluaron un total de 306 variedades de caña de azúcar con distintas procedencias del mundo y seleccionadas en una caracterización previa. Estas variedades constituyen la Colección de Trabajo del Programa de Variedades de CENGICAÑA (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Procedencia y número de variedades que conforman la Colección de Trabajo

<b>Origen de semilla sexual</b>	<b>Siglas</b>	<b>Número de variedades</b>
Canal Point , Florida	CP	57
CENGICAÑA, Guatemala	CG	43
Barbados	B	30
México	Mex	28
Louisiana	L	25
Puerto Rico	PR	20
CENICAÑA, Colombia	CC	7
Campos, Brasil	CB	6
CENGICAÑA - México	CGM	6
CENGICAÑA - Canal Point, Florida	CGCP	5
Mayari, Cuba	My	5
Sao Paulo, Camamù , Brasil	SP	4
Barbados	BJ	3
Este, Java	POJ	3
Coimbatore, India	NCo	2
Maceiò, Alagoas, Brasil	RB	2
Pantaleón - México	PGM	2
Norte, Argentina	NA	2
Filipinas	Phil, P	1
Queensland, Australia	Q	4
Tucumán, Argentina	TUC	2
otras		49
<b>Total</b>		<b>306</b>

### 7.2 Fecha de siembra y finalización del estudio

#### 7.2.1 Fecha de siembra y finalización de estudio Estación Experimental Camantulul

La fecha de siembra de la Colección de trabajo fue el 10 de Marzo de 2000 y el corte se realizó el 20 de Marzo de 2001. El inicio de la toma de datos fue en la primera semana del mes de

Noviembre de 2001 y la finalización de la toma de datos del estudio en la tercera semana de Enero de 2002. Los datos se tomaron en primer corte (soca), zafra 2001-2002.

### 7.2.2 Fecha de siembra y finalización de estudio en la Subestación Experimental Los Tarros

La fecha de siembra fue del 5 al 9 de Marzo de 2001. Iniciándose la toma de datos en la primera semana de Noviembre de 2001 y finalizando en la tercera semana del mes de Enero de 2002. Los datos se tomaron en plantía, zafra 2001-2002.

### 7.3 Manejo del experimento

La fertilización, control de malezas, se llevaron a cabo conforme al manejo de los lotes de la estación experimental (12) (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Manejo agronómico de caña de azúcar (12)

ACTIVIDADES	DÍAS DESPUÉS DEL CORTE	OBSERVACIONES
Desbasurado	10 – 15	<b>Manual:</b> Cuando no se va a renovar <b>Quema:</b> Cuando no se va a renovar
<b>Control de malezas</b>		
Preemergencia total	1	Se realiza cuando aún no ha emergido ninguna maleza
Preemergencia temprana	1-90	Cuando <i>Rotboellia spp.</i> Ha emergido
Postemergencia temprana	1-90	Se lleva a cabo cuando las malezas no exceden 5cm de altura, además depende del tipo de malezas que se presenten
Aplicación de cierre	120-180	
Control de bejuco	120-180	Se lleva a cabo cuando se da la presencia de bejuco ( <i>Ipomoea spp.</i> )
<b>Fertilización</b>		
Aplicación	90 – 120	En soca se aplicó 104 Kg N/ha (5qq de Urea(CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> )/ha) en forma mecánica
Cosecha	365	

### 7.4 Toma de datos

#### 7.4.1 Días a floración

Para la determinación de esta variable se tomo en cuenta el período en días (iniciación floral) que duraba una variedad en presentar la emergencia de su primera panícula a partir de la

fecha en que fue sembrada y/o cortada. Se contó como una panícula aquella inflorescencia que se encontró emergida en un 50% de su longitud.

#### **7.4.2 Conteo de tallos por unidad experimental**

Por cada unidad experimental (surco de 10 m/variedad para Camantulul y de 5 m/variedad para los Tarros) se contó el número total de tallos que presenten características de madurez, con más de seis entrenudos bien formados, sin tomar en cuenta brotes ni tallos inmaduros (mamones).

Este conteo se hizo al principio del mes de enero cuando la mayoría de variedades alcanzaron su madurez fisiológica.

#### **7.4.3 Conteo de inflorescencias por unidad experimental**

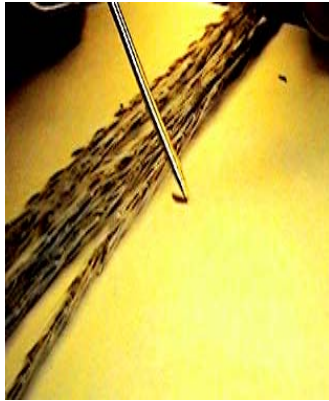
El conteo de las inflorescencias se hizo semanalmente desde la última semana de octubre hasta la segunda semana de enero tomando en cuenta el número de nuevas inflorescencias por unidad experimental, llegándose a un valor acumulado final de estas.

#### **7.4.4 Viabilidad del polen**

Esta variable fue determinada mediante el procedimiento del “sexado” que se describe a continuación:

- a) Se toman cuatro segmentos medios de espiguillas que aún no hayan presentado la emergencia de las anteras (ántesis).
- b) De cada espiguilla se toman una flor sécil y una flor pedunculada, llegando a tener ocho flores.
- c) De estas ocho flores se extraen las anteras llegando a tener 24 anteras.
- d) A las anteras extraídas se les agrega una gota de lugol (solución de Yodo en Yoduro de Potasio) y se maceran hasta romper todas las anteras.

- e) Después de maceradas, se toma el precipitado con una pipeta constituido en su mayoría por polen y se coloca en un porta objetos milimetrado.
- f) Luego se le coloca un cubre objetos y se lleva al estereoscopio para hacer el conteo.
- g) El conteo se realiza tomando cinco milímetros cuadrados de la plantilla al azar contando granos de polen teñidos (color azul-púrpura, viables) y polen hialino (no teñido, color amarillento, estériles).
- h) Para obtener el porcentaje de viabilidad de polen, este se encuentra tomando el número total de granos de polen teñidos (viables) a dividirlo entre el gran total (total de granos de polen teñidos mas hialinos) multiplicado por 100.
- i) Cuando se estimó el porcentaje de viabilidad, para fines de cruzamientos las variedades que presentan más del 30 % de polen teñido o viable son tomados como progenitores masculinos y con menos del 30 % de polen teñido o viable como progenitores femeninos. Este criterio puede variar dependiendo la disponibilidad de variedades con viabilidades de polen altas (> 70 % polen teñido) (Fig. 2).



1) Se toma una inflorescencia que no presente antesis, y se toman cuatro segmentos medios; tomando una flor sésil y una pedunculada, llegando a tener un total de 8 flores.



2) De estas ocho flores se obtienen 24 anteras.



Fotos: Gregorio Soto/ CENGICAÑA

3) Se maceran y se les agrega una gota de lugol (solución de Yodo en Yoduro de Potasio). Después de macerados se colocan en un portaobjetos milimetrado y escogiendo cinco cuadrantes; se cuenta la cantidad de polen teñido y polen no teñido (hialino), que presenta una coloración amarillenta.

**Figura 2.** Procedimiento utilizado para el sexado en caña de azúcar

#### 7.4.5 Incidencia de floración

Se determinó como variedades incidentes a todas aquellas que presentaban floración.

#### 7.4.6 Intensidad de floración

Esta variable se deriva del número de inflorescencias con respecto al número de tallos maduros totales por unidad experimental, esto expresado en porcentaje. Para llegar a obtener esta variable se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Intensidad de floración} = \frac{\text{Número total de inflorescencias por u. e.}}{\text{Número total de tallos maduros por u. e.}} * (100)$$

(Porcentaje de flor)

### 7.5 Análisis de información

#### 7.5.1 Definición de los grados de floración

Para definir los grados de floración, se clasificaron en distintas categorías; con base en su intensidad de floración (Porcentaje de floración). Como se dan a continuación (1).

Descripción	Incidencia (%)
Nula floración	0
Leve	1 – 20
Media	40 - 60
Intenso	80
Muy intensa	90 - 100

#### 7.5.2 Clasificación de variedades de acuerdo a días a floración

De acuerdo a las fechas de floración y a la duración de la misma se clasificaron en tres grupos: precoces (Octubre y Noviembre), intermedias (Diciembre) y tardías (Enero).

#### 7.5.3 Determinación de sincronización en la floración de variedades progenitoras

La sincronización de la floración está determinada por las variables como la duración de la floración, de las fechas de floración y la viabilidad de polen en cada variedad. Este dato se elaboró

con base a estos registros agrupando variedades que tengan concordancia con sus fechas de floración y que contrasten en cuanto a su viabilidad de polen.

#### **7.5.4 Variables climáticas**

Para el análisis de las variables climáticas se utilizaron datos de dos estaciones meteorológicas, representativas de las dos localidades en estudio la primera fue: Sabana Grande que se encuentra a una altura de 730 msnm. Y la segunda fue la de Camantulul que se encuentra a una altitud de 300 msnm.

#### **7.5.5 Análisis estadístico**

Se elaboraron histogramas, tablas de frecuencia, cálculo de medidas de tendencia central (Media y Moda) y dispersión (Amplitud, Varianza, Desviación estándar y Coeficiente de variación).



## 8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 8.1 Incidencia de la floración

De las 306 variedades evaluadas para ambas localidades 156 materiales presentaron incidencia de floración , 19 florecieron únicamente para la Estación Experimental Camantulul (300 msnm.) y 60 florecieron bajo las condiciones de la Subestación Experimental Ingenio Los Tarros (760 msnm.); representando el 57% y 71% de las variedades en estudio para las dos localidades respectivamente (Cuadro 5).

El 71% para la localidad de Los Tarros es un valor casi intermedio a los reportados en otros programas de mejoramiento , puesto que en el CENICAÑA de Colombia, para la Estación Experimental de San Antonio (3° 23' de latitud) determinaron que la floración de la colección fue del 60%; mientras que en COPERSUCAR de Brasil, en la Estación Experimental de Camamú (13° 55' de latitud sur) cerca del 92% de las 1,064 variedades que componen la colección de trabajo florecen en forma natural (27). Se pudo observar que las variedades con siglas CP, SP y L presentaron variedades con mayor incidencia de floración en ambas localidades (Cuadro 5); las series CG, Mex, B y PR se caracterizaron por presentar el mayor número de variedades sin flor.

Hubo 71 variedades que no tuvieron incidencia de floración en ambas localidades, representando el 23 % de los materiales estudiados. Esto muestra que en el ambiente de la zona alta (760 msnm) hay mayor probabilidad de encontrar variedades con flor en relación a la zona media (280 msnm). Esto indica que la subestación Experimental Los Tarros, puede ser considerada como un ambiente natural que da la oportunidad de incluir más variedades como progenitores en los cruzamientos.

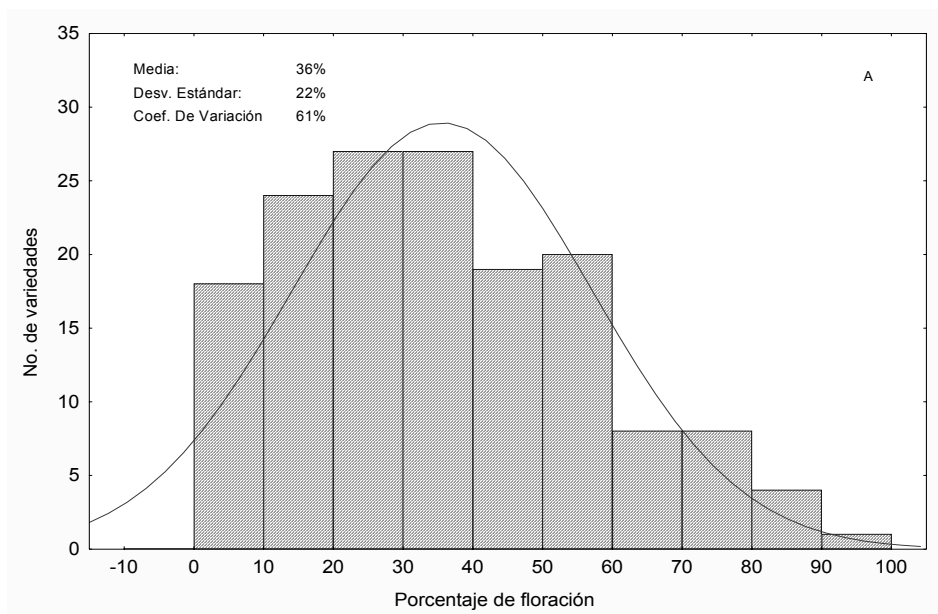
Dentro de las 57 variedades evaluadas originarias de Canal Point, Florida EE.UU. (identificadas con las siglas CP) presentaron el mayor número de incidencia en floración, 50 lo hicieron en ambas localidades. Las variedades con menor incidencia de floración fueron las provenientes de Barbados (identificadas con las siglas B) siendo 9 los materiales que presentaron incidencia de un total de 30 variedades (Cuadro 5).

## 8.2 Intensidad de floración

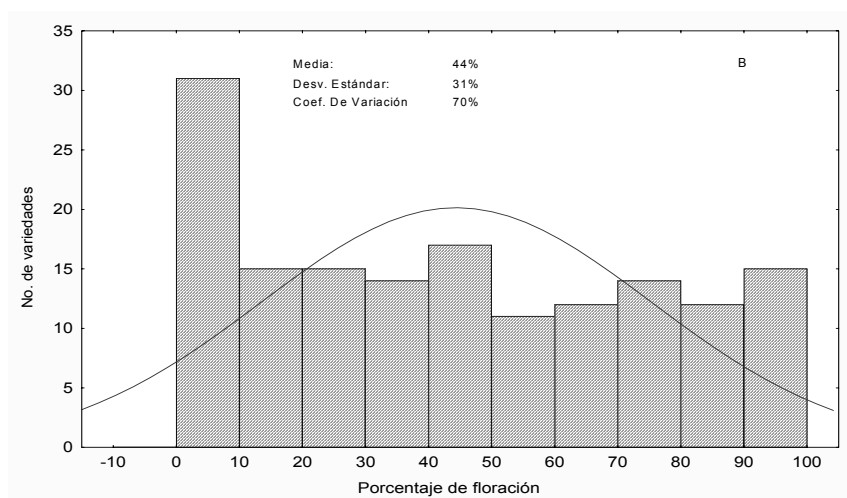
Para Los Tarros (760 msnm.) se presentaron porcentajes de floración que van desde 95 % (CP68-1067) y valores menores al 1% (CG98-94, CG98-46 y PR87-2080) con un promedio de 36% en variedades incidentes y con una variación (C.V.) de 61% (Fig. 3).

La intensidad de floración (% de floración) con base en porcentaje, presenta para Camantulul (300 msnm.) valores desde el 100% (B73-06, CP63-588, CP72-1312, L78-12 y Loethers) hasta valores menores al 2% (RD75-11, CP91-14-10, L62-66 y CG98-66), con un promedio de 44% de floración en las variedades incidentes y una variación (C.V.) de 70%; (Fig. 4).

La mayor intensidad de floración observada en Camantulul respecto a Los Tarros, se puede deber al estado de primera soca, a la menor insolación o brillo solar (por efecto de días lluviosos en días inductivos), y a la sensibilidad de floración que presentó el grupo de variedades al ambiente que presentó Camantulul durante el estudio. Para aquellas variedades que presentan baja intensidad de floración, en ambas localidades, el tamaño del surco debe tener como mínimo 10 m de largo, para garantizar flores para los cruzamientos.



**Figura 3.** Intensidad de floración en 156 variedades de caña de azúcar en Los Tarros 2001-2002



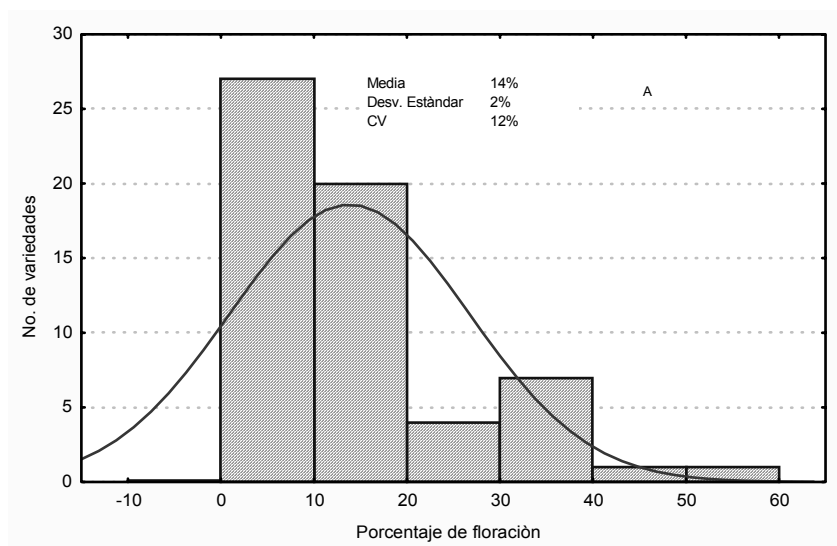
**Figura 4.** Intensidad de floración en 156 variedades de caña de azúcar en Camantulul 2001-2002.

**Cuadro 5.** Incidencia de floración de 306 variedades de la colección de trabajo de CENGICAÑA, Evaluada en dos localidades de la zona cañera de Guatemala, zafra 2001-2002.

Origen de semilla sexual	Siglas	Total de variedades	Variedades con flor "dos localidades"	Variedades con flor "Los Tarros"	Variedades con flor "Camantulul"	Variedades sin flor dos "localidades"
Canal Point, Florida	CP	57	50	2	4	1
CENGICAÑA, Guatemala	CG	43	13	18	2	10
Barbados	B	30	4	2	3	21
México	Mex	28	10	5	2	10
Louisiana	L	25	17	1	3	4
Puerto Rico	PR	20	7	5	-	8
CENICAÑA, Colombia	CC	7	3	3	-	1
Campos, Brasil	CB	6	2	2	1	1
CENGICAÑA - México	CGM	6	1	2	-	3
CENGICAÑA - Canal Point, Florida	CGCP	5	4	1	-	-
Mayari, Cuba	My	5	1	3	1	-
Sao Paulo, Camamù, Brasil	SP	4	3	1	-	-
Barbados	BJ	3	3	-	-	-
Este, Java	POJ	3	1	2	-	-
Coimbatore, India	Nco	2	1	1	-	-
Maceio, Alagoas, Brasil	RB	2	1	1	-	-
Pantaleón - México	PGM	2	1	1	-	-
Norte, Argentina	NA	2	1	1	-	-
Filipinas	Phil, P	1	-	1	-	-
Queensland, Australia	Q	4	-	1	1	2
Otras		51	33	7	2	10
<b>TOTAL</b>		<b>306</b>	<b>156</b>	<b>60</b>	<b>19</b>	<b>71</b>

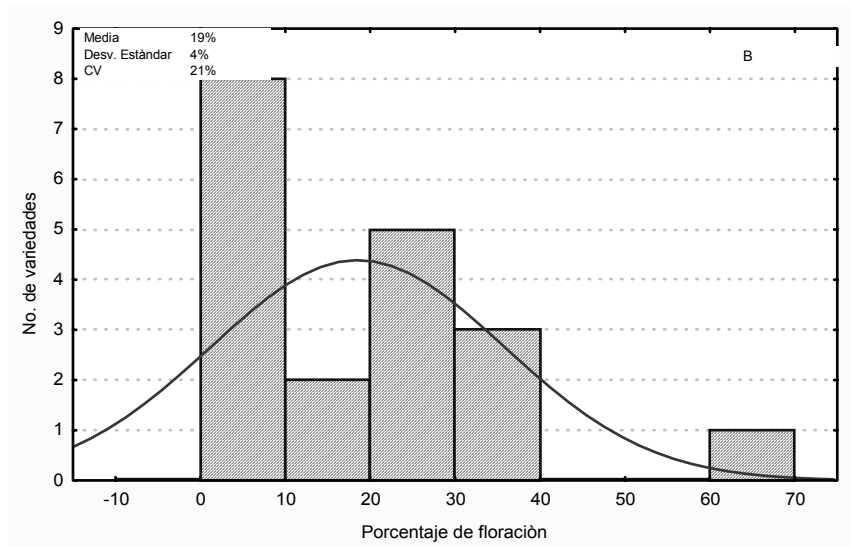
### 8.2.1 Intensidad de floración para cada localidad

De las 306 variedades sembradas en la localidad de Los Tarros (altitud 760 msnm.) se tuvieron un total de 60 variedades que presentaron floración solo para las condiciones de esta localidad, teniendo 27 variedades una intensidad menor al 10% y 20 variedades presentaron una intensidad entre el 10 y 20% (Fig. 5). Las causas de la incidencia de floración en esta localidad, puede deberse a la especificidad de ciertas variedades respecto a las condiciones climáticas debido a la altitud presentes en la localidad de Los Tarros, asimismo no debe descartarse el factor genético y hormonal ya que cada individuo presenta sus propios requerimientos para ser inducido a floración (19). (Cuadro 14 "A").



**Figura 5.** Intensidad de floración en 60 variedades de caña de azúcar, Los Tarros 2001-2002.

Para la localidad de Camantulul (300 msnm.) se tuvieron un total de 19 variedades que florecieron exclusivamente para esta localidad teniendo menos del 10% de intensidad un total de ocho variedades y un número de 5 variedades que se encuentran entre el 20 y 30% de intensidad de floración (Fig. 6). Si se comparan estos resultados, con los obtenidos en la estación de Los Tarros, puede determinarse que la genética es un factor importante que afecta directamente a la incidencia de floración, lo cual está directamente vinculado con el ambiente (19). Otro factor que pudo afectar es el estado de primera soca, ya que se incrementa el contenido de auxinas, lo cual repercute directamente en el porcentaje de floración (2) (Cuadro 15 "A").



**Figura 6.** Intensidad de la floración para 19 variedades de caña de azúcar, Camantulul 2001-2002.

### 8.3 Grados de floración

En base a la clasificación de Alexander (1), se determinaron categorías de floración, acorde a la intensidad de floración de las variedades en ambas localidades (Camantulul, Los Tarros), lo cual se presenta en el cuadro 6.

**Cuadro 6.** Grados de floración en ambas localidades, zafra 2001-2002.

Categoría	Intensidad (% de floración)	Localidad	
		Los Tarros (No. Var.)	Camantulul (No. Var.)
5 Nula floración	0	90	131
Leve	1 - 20	88	56
	>20 - <40	64	37
Media	40 - 60	43	28
	>60 - <80	16	27
Intenso	80 - <90	4	12
Muy intenso	90 - 100	1	15
<b>TOTAL</b>		<b>306</b>	<b>306</b>

Los resultados obtenidos, demuestran que en ambas localidades predomina una floración leve, que va desde el 1-20% de tallos florecidos. Esto puede deberse a las características ambientales presentes en ambas localidades, ya que acorde a (Viveros et. al) la floración se reduce considerablemente con temperaturas altas (32°) y temperaturas mínimas (menor 19°C), además de el brillo solar (25), que afecta directamente la calidad de luz. Las variedades que presentaron intensidades de floración mayores a 90% de tallos maduros fueron para Los Tarros:

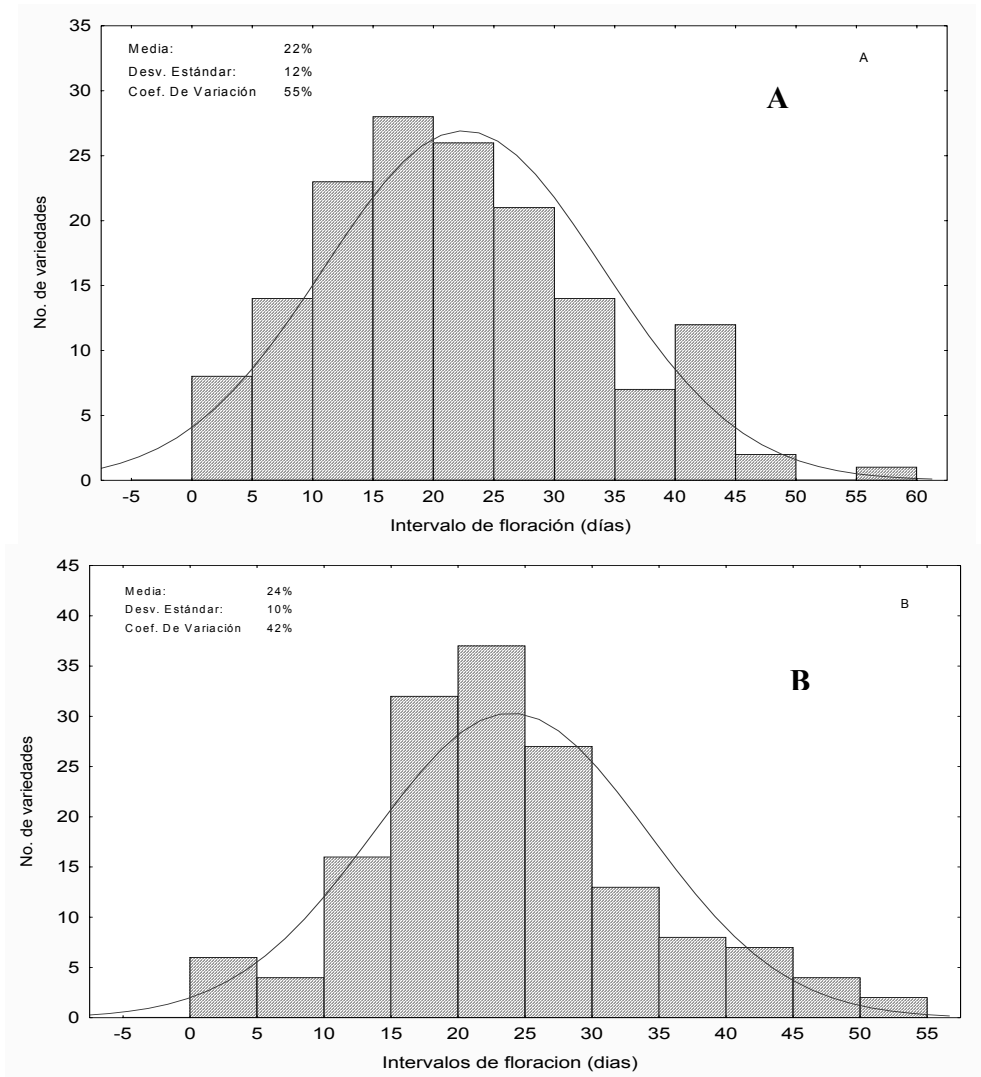
CP68-1067 y para Camantulul: B7306, CL61-620, CP27-139, CP68-1067, CP72-1312, CP72-370, CP80-1827, CP82-2043, CP86-2024, CP89-1868, CP92-1015, L72-356, L78-56, L80-40 y Loethers (Cuadro 13 "A").

#### **8.4 Duración de la floración**

La duración de la floración fue medida como el período en días que duraba la emergencia de la primera hasta la emergencia de la última panícula, para Los Tarros presentó el período más prolongado para la variedad NCo376 con 66 días y los materiales con intervalos más cortos fueron: CG98-94 y NG77-92 con una duración de 1 día (Cuadro 13 "A").

Mientras que para Camantulul el intervalo de floración en días presentó períodos hasta de 51 días para las variedades: CGCP 95-62, CGM98-182 y la variedad que presentó el período más corto fue: CB40-13 con 1 día de duración (Cuadro 13 "A").

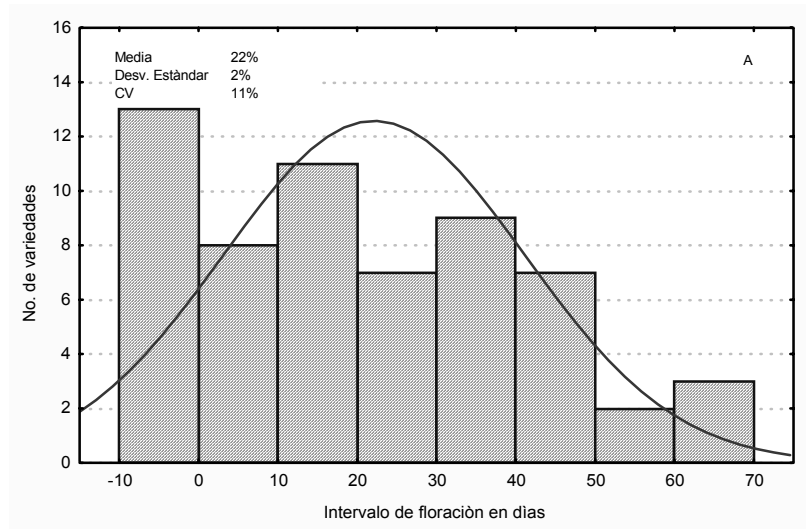
Con este resultado y desde el punto de vista del foto período, se puede llegar a inferir que el período inductivo dio inició desde el 1 de agosto extendiéndose hasta el 3 de octubre. Puesto que las horas luz van desde 12:29 horas, hasta 12:01 respectivamente (2) (Fig. 14 "A"). La literatura reporta que la duración del día para inducir a floración en variedades de caña va desde 12:30 a las 12:00 horas luz, con un período que va desde los 120 días de período inductivo, hasta ciertas variedades que necesitan 20 días para pasar del estado vegetativo al reproductivo. (6, 19, 25,27) (Figura 14 "A").



**Figura 7.** Duración de la floración en días para 156 variedades de caña de azúcar que florecieron en los Tarros (A) y Camantulul (B), 2001-2002.

#### 8.4.1 Duración de la floración para cada localidad

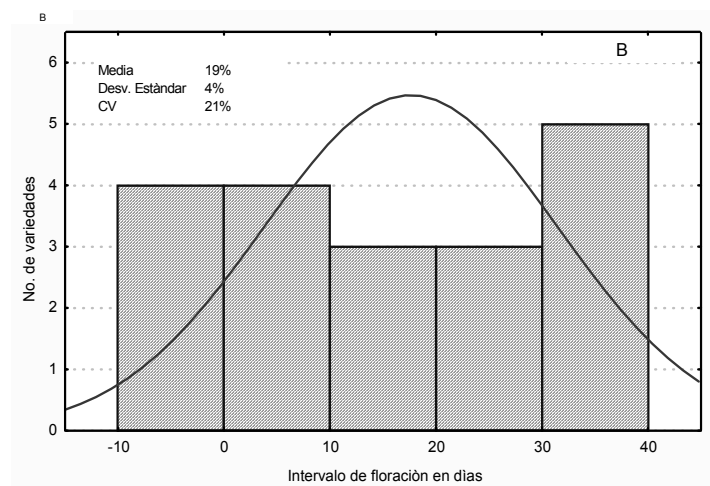
Para la localidad de Los Tarros (760 msnm) los intervalos de floración dados para cada una de las 60 variedades se dieron en intervalos desde los 0 hasta los 70 días (Fig. 8) (Cuadro 14“A”).



**Figura 8.** Duración de la floración en días para 60 variedades de caña de azúcar que florecieron en los Tarros, 2001-2002.

Para la localidad de Camantulul (300 msnm.) los Intervalos de floración presentan intervalos de floración que van desde los 0 días hasta los 40 días (Fig. 9) (Cuadro 15 “A”).

De acuerdo a los intervalos presentados en ambas localidades, el 50% de las variedades sembradas, presentan floración desde el 1 de noviembre hasta el 20 de diciembre. Estos datos son importantes ya que este comportamiento nos puede dar idea del período de inducción floral, así como aprovechar las flores para hacer cruzamientos.



**Figura 9.** Duración de la floración en días para 19 variedades de caña de azúcar que florecieron en Camantulul, 2001-2002.



**Cuadro 7.** Número de variedades agrupadas de acuerdo a intervalos de inicio de floración.

Intervalo de inicio de floración	Floración en dos estratos†		Floración un estrato	
	Los Tarros	Camantulul	Los Tarros‡	Camantulul §
01/Nov. - 25/Nov.	101	112	24	8
26/Nov. - 20/Dic.	50	38	26	7
21/Dic.- 18/Ene.	5	6	10	4
<b>TOTAL</b>	<b>156</b>	<b>156</b>	<b>60</b>	<b>19</b>

†Variedades que florecieron en Los Tarros y Camantulul. ‡Variedades que solo florecieron en Los Tarros. § Variedades que solos florecieron en Camantulul.

### 8.5 Viabilidad de polen

La viabilidad del polen es la cantidad de polen fértil determinado, mediante el procedimiento del sexado, que no es nada más que la tinción de los granos de polen y su posterior conteo en un campo visual microscópico (6).

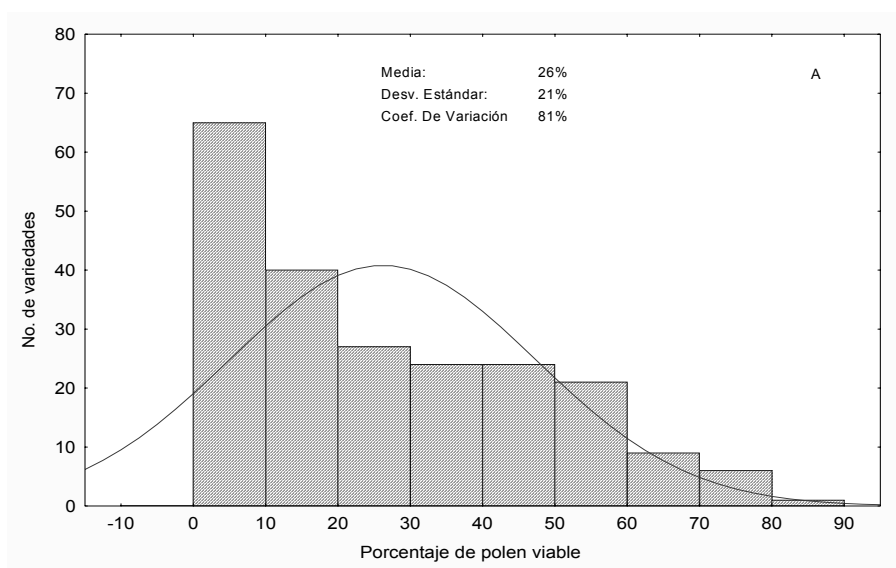
Para Los Tarros el valor más alto de viabilidad se presentó en las variedades PCG12-745 (84%) y las variedades que presentaron viabilidad del (0%): ML318, L76-331, Green Germain, CL59-1052, CC82-15, CB46-47 y BJ31-08 (Cuadro 13 “A”).

Para Camantulul los porcentajes de viabilidad más altos las presentaron las variedades CG98-75 (82%) y L80-40 (77%) mientras que las variedades que presentaron (0%) de viabilidad fueron CC82-15, CL61-620, CP89-1799 y L82-41 (Cuadro 13 “A”).

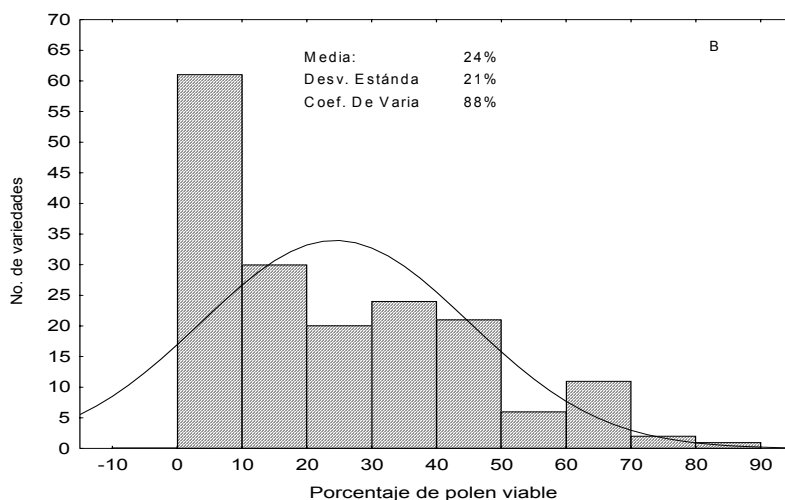
Lo cual indica que las variedades SP70-1284 y PCG 12-745, para Los Tarros, y las variedades CG98-75 y L80-40, para Camantulul tienen buenas características para ser utilizadas como progenitores masculinos, en campañas de cruzamiento para cada localidad. Aunque también puede considerarse las variedades con una viabilidad mayor al 30%, ya que estas variedades también pueden disponerse como progenitores masculinos (6).

Dentro de los materiales que presentaron una viabilidad de polen mayor al 50% “Supermachos” se encontraron 11 variedades que coinciden con alta viabilidad de polen en ambas localidades. Para Camantulul hubo un total de 18 variedades y para Los Tarros 31 variedades; Las variedades que florecieron exclusivamente en cada localidad presentaron una para Camantulul y seis para los Tarros (Cuadro 8).

En base al promedio observado para Camantulul, los porcentajes de viabilidad de polen fueron mayores que para Los Tarros, lo cual puede ser debido a que para esta localidad (Camantulul) las temperaturas nocturnas mínimas promedio presentes, fueron de 19.5°C, respecto a los valores promedios reportados para Los Tarros (Fig. 10, Fig. 11) 16.8°C respectivamente. Esto confirma que la viabilidad del polen se reduce con temperaturas menores a los 21° C, produciendo que el desarrollo de inflorescencia sea más lento.



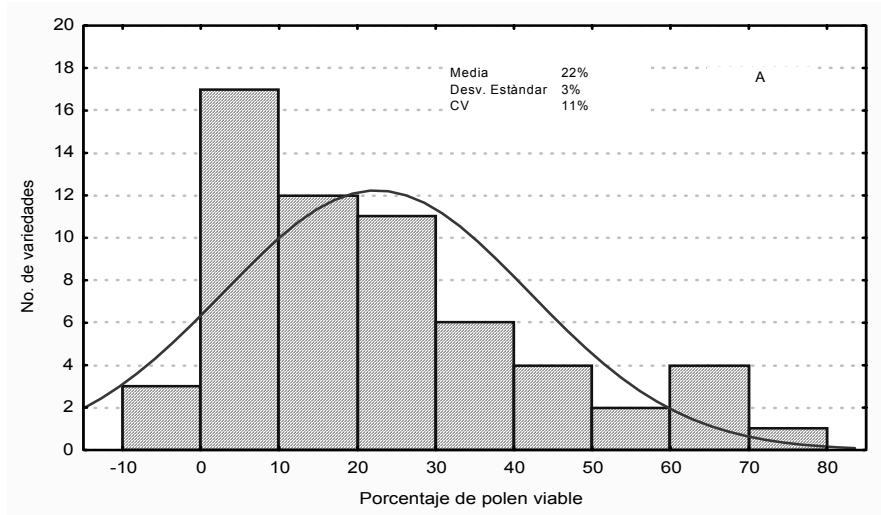
**Figura 10.** Porcentaje de polen viable para 156 variedades de caña de azúcar en los Tarros 2001-2002.



**Figura 11.** Porcentaje de polen viable para 156 variedades de caña de azúcar en Camantulul, 2001- 2002.

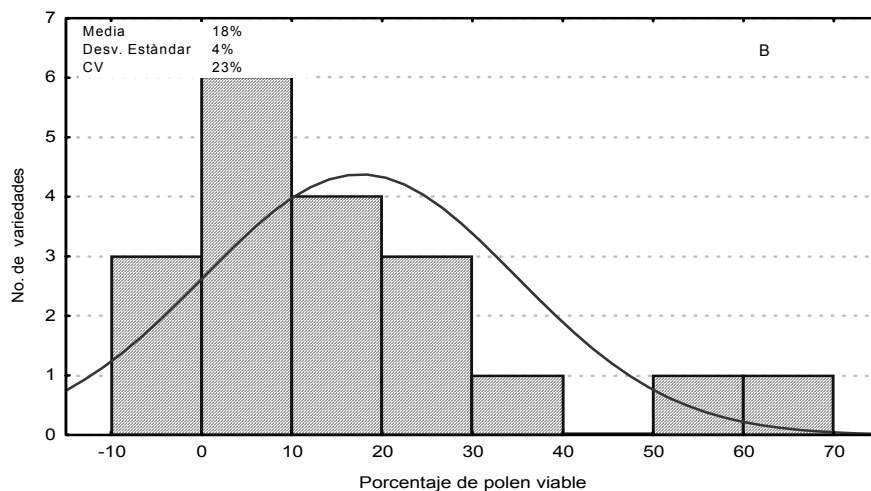
**8.5.1 Viabilidad de polen para cada localidad**

Para las 60 variedades que florecieron en los tarros la viabilidad polen presento una tendencia baja con un número muy bajo de viabilidad de polen en la mayoría de variedades menor al 30%; influyendo en el promedio que fue del 22% de polen viable (Fig. 12) (Cuadro 14 “A”).



**Figura 12.** Porcentaje de polen viable para 60 variedades de caña de azúcar en los Tarros 2001-2002.

Para la localidad de Camantulul dentro de las 19 variedades presentan una viabilidad muy baja, en su mayoría menores al 30% lo cual se ve reflejado en el promedio de polen viable que fue del 18% (Fig. 13) (Cuadro 15 “A”).



**Figura 13.** Porcentaje de polen viable para 19 variedades de caña de azúcar en Camantulul, 2001- 2002.

**Cuadro 8. Variedades con viabilidad de polen mayor a 50 % “Supermachos”**

Variedades que florecieron exclusivamente en una de ambas localidades				Variedades que florecieron en ambas localidades			
Camantulul		Los Tarros		Camantulul		Los Tarros	
Variedad	% Polen viable	Variedad	% Polen viable	Variedad	% Polen viable	Variedad	% Polen viable
CP91-1770	55	CG96-21	51.56	SP71-3149	50.35	CP88-1066	50.40
		My54-63	55.07	SP79-2233	51.97	CP74-2013	51.03
		CG97-83	62.50	<b>CP63-588</b>	<b>56.75</b>	CR67400	51.45
		CG96-66	63.01	CP70-1133	57.41	CC85-92	51.69
		CG96-42	65.82	<b>CP81-1384</b>	<b>61.11</b>	CP88-1880	51.70
		CP89-1702	77.43	<b>NG77-92</b>	<b>57.78</b>	<b>CP81-1384</b>	<b>51.88</b>
				<b>IJ76-521</b>	<b>63.13</b>	CP91-1970	52.27
				<b>CP90-1299</b>	<b>64.51</b>	CP72-2086	52.56
				RB73-9115	65.03	Mex57-354	52.78
				V71-51	65.05	Mex74-1400	53.67
				Co270	65.28	<b>CP90-1299</b>	<b>54.85</b>
				<b>CP91-1410</b>	<b>67.87</b>	<b>My54-64</b>	<b>55.07</b>
				<b>My54-64</b>	<b>68.35</b>	CG98-91	55.92
				Uba	68.92	<b>IJ76-521</b>	<b>56.49</b>
				<b>CP57-603</b>	<b>69.85</b>	CP86-1614	56.84
				<b>PR79-3009</b>	<b>70.54</b>	CP901424	57.77
				<b>L80-40</b>	<b>77.18</b>	CP86-2024	57.86
				<b>CG98-75</b>	<b>81.61</b>	<b>CP63-588</b>	<b>58.33</b>
						Mex55-32	59.25
						CP75-1082	63.58
						<b>L80-40</b>	<b>64.05</b>
						<b>CP91-1410</b>	<b>65.93</b>
						<b>NG77-92</b>	<b>67.64</b>
						CP80-1827	68.38
						CP78-2114	69.00
						Mex57-29	70.76
						<b>PR79-3009</b>	<b>76.89</b>
						PR68-3120	77.15
						<b>CP57-603</b>	<b>77.89</b>
						<b>CG98-75</b>	<b>78.62</b>
						PCG12-745	84.43

Las variedades señaladas son las que coinciden en ambas localidades.

### 8.6 Días a floración

Los días a floración son los días que dura la planta en presentar la emergencia de la panícula, a partir del día de siembra o corte (1).

Para las 156 materiales que florecieron en ambas localidades se dio un promedio para la localidad de los Tarros de 261 días y para Camantulul de 244 días después del corte. Esta

variable fue una de las más homogéneas mostrada por su bajo coeficiente de variación (5% para los Tarros y 6% para Camantulul), comparándola con las demás variables. La diferencia entre la variedad más precoz y la más tardía fue para los Tarros de 64 días y para Camantulul 75 días; con un inicio de la floración a los 220 días, prolongándose hasta los 295 días después del corte y para los Tarros se inició a los 245 y finalizó a los 309 días después de la siembra (Cuadro 13 “A”).

Con estos datos podemos decir que en la localidad de Camantulul se puede iniciar en promedio las hibridaciones 14 días antes que los Tarros y finalizar las mismas 11 días después; teniendo un total de 36 días más para realizar los cruzamientos.

**Cuadro 9.** Resumen de estadísticos para días a floración de las 156 variedades que florecieron para ambas localidades

Estadísticos	Localidades	
	Los Tarros	Camantulul
Promedio (Días flor)	261	244
Desv. Estándar	12	14
Coef. De Variación ( % )	5	6
Mínimo ( Días flor)	245	220
Máximo ( Días flor)	309	295
Diferencia entre Máximo y Mínimo ( días )	64	75

### 8.6.1 Días Flor para variedades que florecen solo en una localidad

Para ambas localidades se dieron datos muy similares presentando la localidad de Camantulul mayor precocidad (257 días promedio) para sus 19 variedades, mientras que para la localidad de los Tarros (271 días promedio) la emergencia de panículas para sus 60 variedades fue 13 días más tarde que Camantulul. Dentro de todas las variables evaluadas los días flor son los que presentan la mayor homogeneidad, teniendo un coeficiente de variación del 6% para los Tarros y de 8% para Camantulul; para las variedades que florecieron exclusivamente en cada localidad . La emergencia de panículas para las dos localidades mostró una duración de dos meses (aproximadamente 60 días); Marcando este tiempo como primordial para la realización de hibridaciones con dichos materiales (Cuadro 14 “A” y 15 “A”).

**Cuadro 10.** Estadísticos para las variedades que florecieron exclusivamente para cada localidad.

6 Estadísticos	7 Localidades	
	Los Tarros (60 var.)	Camantulul (19 var.)
Promedio (Días flor)	271	257
Desv. Estándar	17	19
Coef. De Variación ( % )	6	8
Mínimo ( Días flor)	244	231
Máximo ( Días flor)	316	296
Diferencia entre Máximo y Mínimo ( días )	72	65

### 8.7 Cruzamientos

Se calcularon el número de cruzamientos posibles utilizando los materiales de cada localidad y luego se hicieron entre las dos localidades. Para la realización de todas estas combinaciones se tomaron en cuenta todos los factores como el intervalo de floración y los días flor que es la principal limitante, a la hora de realizar las hibridaciones. La localidad donde según los datos recabados se pueden realizar mayor número de combinaciones es los Tarros con 7,584 posibles combinaciones, en Camantulul se pueden realizar 5,407 combinaciones; 2177 menos que en los Tarros. Al integrar todos los datos, para realizar combinaciones entre localidades utilizando variedades de baja viabilidad de polen (< 30%) de una localidad y cruzándolas con las variedades de alta viabilidad (30%) de la otra localidad y viceversa se obtiene un total de 12,726 combinaciones posibles (Cuadro11).

**Cuadro 11.** Número de cruzamientos posibles para ambas localidades y entre localidades.

Localidades	No. De combinaciones	Total de combinaciones
Los Tarros	7584	<b>Local</b>
Camantulul	5407	<b>12,991</b>
♀ Camantulul x ♂ Los Tarros	6258	<b>8 Entre localidades</b>
♀ Los Tarros x ♂ Camantulul	6468	<b>12,726</b>

♀ Variedades que presentan una viabilidad de polen < al 30%. ♂ Variedades que presentan una viabilidad de polen > 30%

### 8.7.1 Cruzamientos posibles

Basándonos en el análisis cluster realizado previamente de la caracterización agro morfológica de las variedades que componen la Colección de Trabajo. Se recomiendan a continuación un número de 91 combinaciones en total. 42 para la localidad de los Tarros y 49 para la localidad de Camantulul; que concuerdan con los dos grupos recomendados (Cuadro 12).

Dentro de las limitaciones que se pueden encontrar a la hora de llevar a cabo estas combinaciones, tenemos el número de inflorescencias. Ya que para que se lleve a cabo una combinación es necesario por lo menos 8 inflorescencias de la variedad que se va a utilizar como progenitor femenino y dependiendo de la viabilidad del polen del progenitor masculino se pueden utilizar una relación 2:1, 2:2, etc.

**Cuadro 12.** Combinaciones progenitores de los grupos G1 y G4b según cluster 1998 y 1999 y el estudio realizado

Los Tarros						Camantulul					
Cruzas entre variedades del grupo 1 (G1 x G1)			Cruzas entre variedades del grupo 1 y grupo 4b( G1 x G4b)			Cruzas entre variedades del grupo 1 (G1 x G1)			Cruzas entre variedades del grupo 1 y grupo 4b( G1 x G4b)		
Progenitores			Progenitores			Progenitores			Progenitores		
♀	X	♂	♀	X	♂	♀	X	♂	♀	X	♂
L79-321	X	CP81-1384	CP72-1210	X	CP81-1384	CL61-620	X	CP81-1384	CP72-1210	X	CP81-1384
Eros	X	CP81-1384	CP56-59	X	CP81-1384	CP73-1547	X	CP81-1384	CP56-59	X	CP81-1384
CL61-620	X	CP81-1384	L78-12	X	CP81-1384	CP88-1696	X	CP81-1384	CP88-1066	X	CP81-1384
CP73-1547	X	CP81-1384	CP72-1312	X	CP81-1384	L79-21	X	CP81-1384	CP72-1312	X	CP81-1384
CP88-1696	X	CP81-1384	CP89-1868	X	CP81-1384	CP72-2086	X	CP81-1384	CP89-1868	X	CP81-1384
PR78-3025	X	CP81-1384	CP72-1210	X	CP63-588	L79-321	X	CP81-1384	CP72-1210	X	CP63-588
Mex73-523	X	CP81-1384	CP56-59	X	CP63-588	PR78-3025	X	CP81-1384	CP56-59	X	CP63-588
L79-321	X	CP63-588	L78-12	X	CP63-588	Mex73-523	X	CP81-1384	CP88-1066	X	CP63-588
Eros	X	CP63-588	CP72-1312	X	CP63-588	CL61-620	X	CP63-588	CP72-1312	X	CP63-588
CL61-620	X	CP63-588	CP89-1868	X	CP63-588	CP73-1547	X	CP63-588	CP89-1868	X	CP63-588
CP73-1547	X	CP63-588	CP8816-96	X	CP88-1066	CP88-1696	X	CP63-588	CP88-1696	X	L78-12
CP88-1696	X	CP63-588	CL61-620	X	CP88-1066	L79-21	X	CP63-588	L79-21	X	L78-12
PR78-3025	X	CP63-588	L79-321	X	CP88-1066	CP72-2086	X	CP63-588	L79-321	X	L78-12
Mex73-523	X	CP63-588	CP73-1547	X	CP88-1066	L79-321	X	CP63-588	CP72-2086	X	L78-12
L79-321	X	CP72-2086	PR78-3025	X	CP88-1066	PR78-3025	X	CP63-588	CP73-1547	X	L78-12
Eros	X	CP72-2086	Mex73-523	X	CP88-1066	Mex73-523	X	CP63-588	Pr78-3025	X	L78-12
CL61-620	X	CP72-2086	Eros	X	CP88-1066	CB40-13	X	CP63-588	Mex73-523	X	L78-12
PR78-3025	X	CP72-2086	CL61-620	X	CP88-1703	CL61-620	X	CP57-603	CB40-13	X	L78-12
L79-321	X	CP57-603	L79-321	X	CP88-1703	CP73-1547	X	CP57-603	CP88-1696	X	CP88-1703
Eros	X	CP57-603	PR78-3025	X	CP88-1703	CP88-1696	X	CP57-603	L79-21	X	CP88-1703
CL61-620	X	CP57-603	Eros	X	CP88-1703	L79-21	X	CP57-603	CP72-2086	X	CP88-1703
						CP72-2086	X	CP57-603	PR78-3025	X	CP88-1703
						L79-321	X	CP57-603	Mex73-523	X	CP88-1703
						PR78-3025	X	CP57-603	CB40-13	X	CP88-1703
						Mex73-523	X	CP57-603			

## **9. CONCLUSIONES**

**9.1** La incidencia de la floración fue mayor para la localidad de los Tarros (Zona Alta) con el 71% de las variedades estudiadas, mientras que para Camantulul (Zona Media) fue del 57%; con esto podemos decir que en los Tarros existe el microclima favorable para la floración .

**9.2** La intensidad de floración (porcentaje de floración) fue mayor para la localidad de Camantulul, 12% mayor que los Tarros.

**9.3** La duración de la floración fue similar para ambas localidades, ya que estuvo comprendida entre los 0 y los 25 días, para la gran mayoría de las variedades estudiadas.

**9.4** Con base en sus días a floración se pudieron clasificar las variedades como precoces a aquellas que florecieron entre el 1 y el 25 de Noviembre, siendo el 41% para los Tarros y el 39% para Camantulul. Como variedades intermedias aquellas que lo hicieron entre el 26 de Noviembre y 20 de Diciembre, con 24% para los Tarros y 14% para Camantulul. Como tardías aquellos materiales que los hicieron del 21 de Diciembre en adelante, siendo 5% para los Tarros y 3% para Camantulul, basándose en los 306 materiales evaluados.

**9.5** En promedio para ambas localidades se tuvo una baja viabilidad de polen siendo muy pocas variedades quienes presentan números mayores al 30%; esto posiblemente debido a las condiciones climáticas presentes en ambas localidades y a la falta de precisión en la metodología utilizada. Teniendo variedades con viabilidades mayores al 50% para Camantulul un total de 19 y para Los Tarros 37 con 11 variedades en común.

**9.6** En base a la integración de todas las variables se pudieron determinar en base a su sincronización tanto en tiempo como en viabilidad de polen: que en la localidad de los Tarros se pueden realizar la mayor cantidad de combinaciones (7,584), 2,177 más que en Camantulul.



## **10.RECOMENDACIONES**

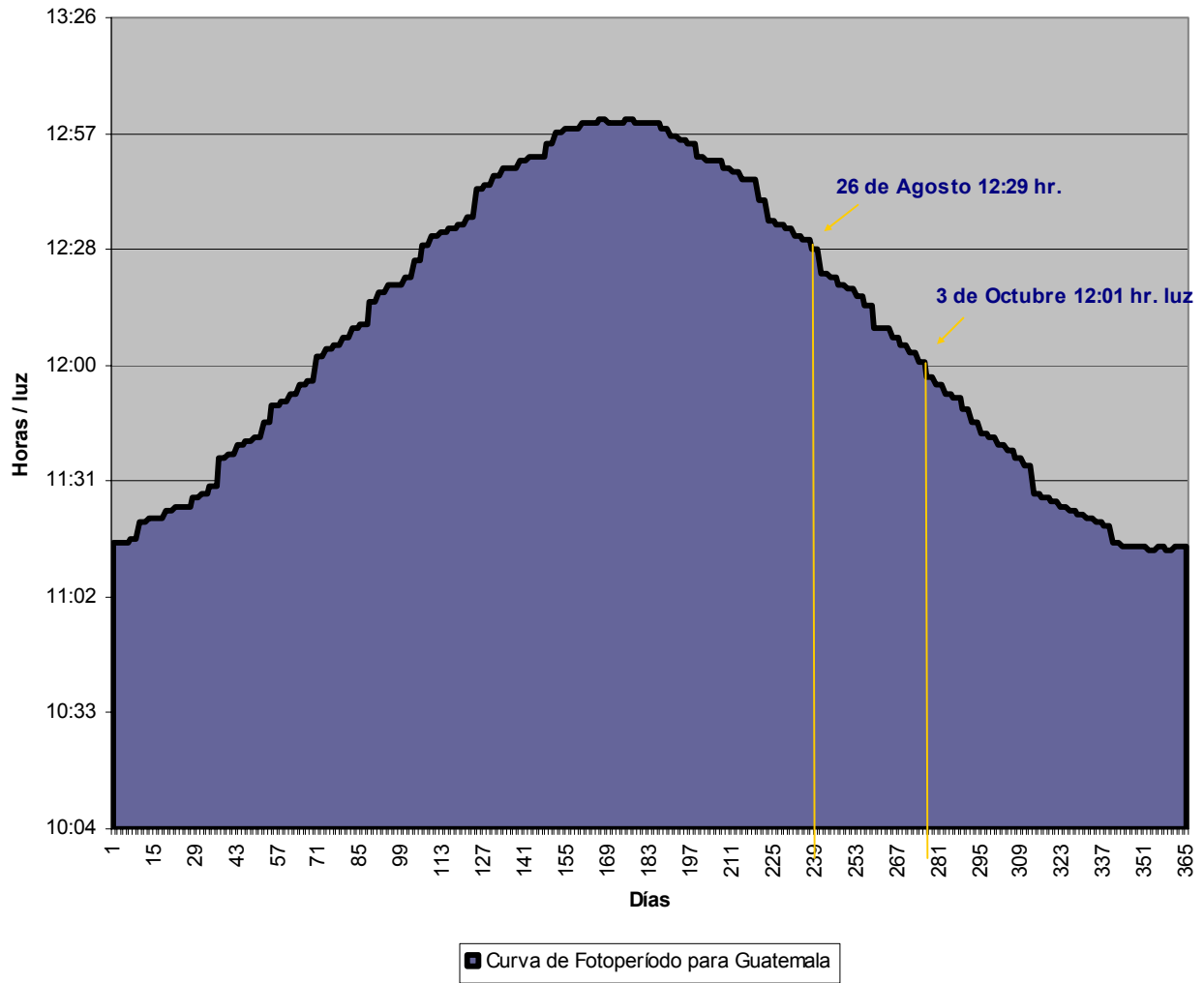
- 10.1** Continuar con el monitoreo de la floración en ambas localidades. Integrar a este proceso la medición de las variables climáticas (Temperatura, Precipitación, Humedad y otros).
  
- 10.2** Desarrollar ensayos para las 71 variedades que no florecieron en ninguna de las dos localidades, buscando mediante tratamientos fotoinductivos artificiales y otras localidades su inducción a floración.
  
- 10.3** Utilizar la información generada para poder planificar la campaña de cruzamientos, apoyándose en las combinaciones propuestas por este y otros estudios (Caracterización Molecular y Morfológica).

## 11. BIBLIOGRAFÍA

1. Alexander, AG. 1973. A comprehensive study of the *Saccharum* source-to-sink system. *In* Sugarcane Physiology. University of Puerto Rico, Agricultural Experiment Station. p. 522-572.
2. Allam, AI; Nour, AH; Fayed, TA. 1978. The flowering behavior of latitudinally displaced sugarcane varieties. *In* Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists (16., 1977, Sao Paulo). Proceedings. Brasil, Impress. p. 283–290.
3. Arrivillaga, J. 1988. Floración de la caña de azúcar. *Revista ATAGUA* 5:7-16.
4. Blackburn, F. 1984. Sugar-cane. US, Longman. 423 p.
5. Buenaventura, OC. 1986. El cultivo de la caña de azúcar. Calí, Colombia, CENICAÑA. 759 p.
6. Castro Pérez, S. 1996. Planeamiento y selección de un programa de mejoramiento de caña de azúcar. La Habana, Cuba, s.e. 16 p.
7. Castro, O. 2000. La relación entre horas luz y floración en la zona cañera Guatemalteca. *In* Presentación de resultados de investigación zafra 1999-2000. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. p. 97–100.
8. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 1997. Estudio semidetallado de la zona cañera de Guatemala. Guatemala. Anexo 1, 137 p.
9. Chu, TL; Serapion, JL. 1969. Effect of certain climatic factors on flowering of sugarcane at Guarabo, Puerto Rico. *J. Agric. Univ. Puerto Rico* 53:221–229.
10. Fuller, HJ. 1974. Botánica. 5 ed. México, Nueva Editorial Interamericana. 512 p.
11. Gómez, AF. 1962. Caña de azúcar. 2 ed. Caracas, Venezuela, EDICAMPA. 661 p.
12. González, W. 2005. Informe: manejo agronómico de la estación experimental Camantulul en la zafra 2004 – 2005. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación de la Caña de Azúcar. 16 p.
13. James, NI; Miller, JD. 1972. Photoperiod control in the USDA sugarcane crossing program (14., 1972, New Orleans). Congress ISSCT breeding and genetics. p. 341-347.
14. Kai Yeu, W. 1980. Studies o flowering of sugar cane in the south of Hainan China. *In* Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists (17., 1980, Manila). Proceedings. Filipinas, Print- Inn. p. 1301-1305.
15. Krishnamurthi, M. 1978. The sugar cane pollen. *In* Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists (16., 1977, Sao Paulo). Proceedings. Brasil, Impres. p. 157–164.

16. Lázaro, A. 1999. Caracterización de material vegetal; curso de recursos filogenéticos. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 21 p.
17. Meyer, BS; Anderson, DB; Bohring, RH. 1970. Introducción a la fisiología vegetal. 2 ed. Buenos Aires, Argentina, Editorial Universitaria. 520 p.
18. Moore, PH. 1974. Investigations on the flowering of *Saccharum* II. number of spindle leaves and date of induction. *In* International Society of Sugar Cane Technologists (15., 1974, Durban, South Africa). Proceedings. South Africa, Hayne & Gibson. p. 7–16.
19. Morales, F. 1996. Fisiología de la reproducción de la caña de azúcar. *In* Obtención y selección de variedades en caña de azúcar (1996, Cuba). Curso regional. Cuba, s.e. p. 1-14.
20. Nuss, KJ. 1978. Synchronization of flowering to implement a proven cross breeding system in sugar cane. *In* Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists (16., 1977, Sao Paulo). Proceedings. Brazil, Impres. p. 111–119.
21. Quemé, JL. 2001. Planificación de cruzamientos y producción de semilla sexual en la zafra 2000-2001. *In* Presentación de resultados de investigación zafra 2000–2001. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación de la Caña de Azúcar. p. 21–28.
22. Rangel, H. 1984. El problema inductivo de la floración en Colombia. *In* Congreso de la Sociedad Colombiana de Caña de Azúcar (1., 1984, Colombia). Colombia, TECNICAÑA. p. 23–32.
23. Salisbury, FB; Ross, CW. 1994. Fisiología vegetal. México, Iberoamérica. 759 p.
24. Sartoris, GB. 1939. The behavior of sugar cane in relation to length of day. *In* Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists 6:796–801.
25. Soto, GJ. 1999. Floración en caña de azúcar (*Saccharum* spp.) y su relación con rendimientos. *Revista AgriCultura* 17:21-25.
26. Viveros Valens, CA. 1990. Efecto de la edad de la planta y de varios tratamientos foto inductivos en la inducción de la floración de la caña de azúcar. Colombia, CENICAÑA. 63 p.
27. Viveros Valens, CA; Cassalet, C. 1993. Inducción y sincronización de floración en variedades de caña de azúcar. *Sugar Jour.* 95:289-292.

## **12. APENDICES**



FUENTE: INSIVUMEH

**Figura 14 "A"**. Curva de foto período, basada en horas/luz por día para Guatemala

Cuadro 13 "A". Datos de 156 variedades que florearón en ambas localidades zafra 2001-2002

	Los Tarros					Camantulul					
	VARIEDAD	Polen		Duración		Presencia Ausencia	Polen		Duración		
		Presencia	%	días	Viable		Floración	%	días	Viable	Floración
	Ausencia	flor	flor	(%)	(días)		flor	flor	(%)	(días)	
1	AKOKI	1.00	57.28	247	17.84	15.00	1.00	58.37	230	21.77	31
2	B6515	1.00	69.23	265	1.82	25.00	1.00	66.67	260	6.25	41
3	B70515	1.00	1.06	302	7.14	2.00	1.00	1.74	295	7.59	2
4	B7052	1.00	2.13	257	14.81	3.00	1.00	14.78	248	0.72	46
5	B7306	1.00	50.60	259	46.72	33.00	1.00	100.00	231	33.87	40
6	BARQUEÑA	1.00	5.95	266	12.96	37.00	1.00	6.25	248	24.87	45
7	BJ3108	1.00	13.27	253	0.00	59.00	1.00	27.08	239	0.88	47
8	BJ6018	1.00	40.17	273	14.60	43.00	1.00	2.68	274	8.93	12
9	BJ6905	1.00	49.43	264	32.47	10.00	1.00	45.05	238	38.86	26
10	C116-67	1.00	47.96	260	13.04	19.00	1.00	1.72	240	37.23	35
11	C87-51	1.00	87.23	245	40.96	13.00	1.00	57.41	229	48.91	25
12	CB40-35	1.00	58.41	252	2.94	25.00	1.00	3.96	230	15.12	41
13	CB40-69	1.00	29.00	267	37.50	45.00	1.00	3.09	276	18.15	7
14	CC82-15	1.00	58.82	246	0.00	24.00	1.00	58.76	231	0.00	23
15	CC85-63	1.00	18.57	258	20.42	41.00	1.00	6.42	274	37.81	16
16	CC85-92	1.00	10.14	259	51.69	18.00	1.00	16.67	254	32.93	31
17	CG95-104	1.00	3.37	273	42.96	4.00	1.00	5.21	255	36.87	0
18	CG95-107	1.00	15.74	265	8.51	45.00	1.00	4.96	248	2.35	27
19	CG95-113	1.00	51.43	247	4.23	19.00	1.00	44.35	231	2.19	30
20	CG95-125	1.00	40.00	258	1.56	43.00	1.00	9.26	241	0.60	36
21	CG96-135	1.00	38.37	260	13.27	28.00	1.00	7.41	268	28.32	21
22	CG98-122	1.00	20.69	274	47.41	31.00	1.00	24.49	233	23.82	43
23	CG98-130	1.00	60.92	251	1.49	23.00	1.00	19.51	238	4.53	22
24	CG98-65	1.00	17.36	257	34.62	36.00	1.00	12.20	260	3.39	16
25	CG98-66	1.00	12.50	302	42.96	14.00	1.00	1.32	266	36.82	30
26	CG98-67	1.00	35.25	280	35.75	30.00	1.00	39.62	261	1.75	15
27	CG98-73	1.00	15.22	258	9.43	37.00	1.00	57.69	246	38.46	23
28	CG98-75	1.00	26.35	255	78.62	12.00	1.00	17.74	255	81.61	25
29	CG98-91	1.00	27.19	260	55.92	16.00	1.00	38.40	247	25.00	22
30	CGCP95-50	1.00	27.58	259	20.90	16.00	1.00	33.98	254	18.67	22
31	CGCP95-62	1.00	33.33	274	43.23	30.00	1.00	44.21	245	41.79	51
32	CGCP95-66	1.00	30.51	278	37.27	21.00	1.00	77.27	244	44.44	18
33	CGCP95-77	1.00	61.25	251	38.87	37.00	1.00	36.93	236	36.61	19
34	CGM98-182	1.00	59.26	251	4.11	36.00	1.00	32.68		7.22	51
35	CL59-1052	1.00	32.17	251	0.00	23.00	1.00	81.89	223	13.33	31
36	CL61-620	1.00	34.04	249	2.98	27.00	1.00	93.75	221	0.00	22
37	Co270	1.00	34.48	258	33.33	47.00	1.00	83.89	236	65.28	26
38	Co421	1.00	27.78	248	48.17	22.00	1.00	69.34	222	36.30	30
39	CP27-139	1.00	50.00	255	32.64	22.00	1.00	95.33	229	27.66	22
40	CP44-101	1.00	30.86	257	17.06	13.00	1.00	70.00	237	9.89	18
41	CP56-59	1.00	61.20	259	8.77	11.00	1.00	70.09	247	11.76	25
42	CP57-603	1.00	7.78	274	77.89	11.00	1.00	30.48	238	69.85	42
43	CP61-23	1.00	39.19	250	4.91	24.00	1.00	74.70	226	5.61	46
44	CP63-588	1.00	51.86	253	58.33	33.00	1.00	61.54	240	56.75	33
45	CP68-1067	1.00	94.92	253	2.46	16.00	1.00	93.26	236	3.70	25
46	CP70-1133	1.00	67.28	253	42.27	18.00	1.00	85.42	225	57.41	37
47	CP70-321	1.00	44.62	251	5.99	34.00	1.00	46.74	238	4.00	22
48	CP72-1210	1.00	35.76	266	15.32	21.00	1.00	87.76	244	5.56	18
49	CP72-1312	1.00	66.00	253	17.58	32.00	1.00	100.00	234	3.70	28
50	CP72-2086	1.00	43.85	267	52.56	34.00	1.00	62.20	240	11.39	38
51	CP72-370	1.00	57.02	246	16.92	21.00	1.00	99.51	220	33.22	25

52	CP73-1547	1.00	41.99	253	23.68	11.00	1.00	53.91	238	17.05	14
53	CP74-2005	1.00	10.59	288	19.59	28.00	1.00	67.90	233	40.68	28
54	CP74-2013	1.00	4.00	280	51.03	2.00	1.00	49.14	238	49.08	22
55	CP75-1082	1.00	58.33	257	63.58	15.00	1.00	40.74	237	14.00	24
56	CP75-1553	1.00	10.17	273	20.78	21.00	1.00	5.26	276	17.45	11
57	CP78-2114	1.00	16.67	267	69.00	16.00	1.00	20.00	252	0.86	16
58	CP79-1605	1.00	34.69	272	49.78	17.00	1.00	70.45	231	9.04	23
59	CP80-1827	1.00	73.33	251	68.38	11.00	1.00	98.97	224	37.50	31
60	CP81-1384	1.00	66.21	257	51.88	16.00	1.00	44.71	231	61.11	26
61	CP82-2043	1.00	71.67	260	14.86	40.00	1.00	98.29	236	43.14	37
62	CP86-1209	1.00	55.71	248	0.67	24.00	1.00	49.14	237	13.57	17
63	CP86-1614	1.00	57.81	257	56.84	8.00	1.00	48.41	235	18.69	20
64	CP86-2024	1.00	41.01	250	57.86	24.00	1.00	96.97	234	33.33	27
65	CP87-1491	1.00	41.00	254	8.11	13.00	1.00	30.39	239	13.51	23
66	CP88-1066	1.00	27.69	260	50.40	28.00	1.00	76.04	238	5.56	24
67	CP88-1179	1.00	28.07	250	4.62	19.00	1.00	72.45	226	3.33	34
68	CP88-1508	1.00	56.57	255	32.75	12.00	1.00	24.85		44.65	17
69	CP88-1696	1.00	54.88	256	6.45	10.00	1.00	55.10	248	2.74	28
70	CP88-1703	1.00	19.23	287	44.62	48.00	1.00	10.13	262	43.64	26
71	CP88-1826	1.00	23.42	265	31.44	27.00	1.00	29.38	243	39.20	18
72	CP88-1880	1.00	17.27	279	51.70	22.00	1.00	18.89	262	44.44	21
73	CP89-1431	1.00	48.31	263	26.74	41.00	1.00	37.23	253	1.15	16
74	CP89-1632	1.00	5.95	281	19.59	17.00	1.00	42.86	255	2.53	35
75	CP89-1799	1.00	22.61	260	42.31	26.00	1.00	41.67	237	0.00	24
76	CP89-1868	1.00	55.38	255	3.09	11.00	1.00	96.47	241	3.28	23
77	CP89-2181	1.00	21.62	280	8.29	12.00	1.00	49.02	255	35.14	21
78	CP90-1299	1.00	16.25	265	54.85	19.00	1.00	55.56	238	64.51	21
79	CP90-1424	1.00	48.68	259	57.77	8.00	1.00	74.68	245	46.25	17
80	CP91-1410	1.00	27.03	273	65.93	28.00	1.00	1.11	290	67.87	2
81	CP91-1779	1.00	35.71	274	42.31	24.00	1.00	71.43	255	48.65	20
82	CP91-1914	1.00	59.09	260	36.42	18.00	1.00	27.59	246	45.43	16
83	CP91-1941	1.00	26.92	287	16.67	20.00	1.00	4.88	269	48.39	26
84	CP91-1970	1.00	15.38	267	52.27	17.00	1.00	83.05	235	48.92	50
85	CP91-2161	1.00	52.73	263	16.25	23.00	1.00	19.67	251	15.21	14
86	CP91-2214	1.00	72.22	265	11.53	21.00	1.00	25.44	239	17.91	23
87	CP92-1001	1.00	39.47	250	2.33	35.00	1.00	83.87	222	4.98	19
88	CP92-1015	1.00	33.33	249	40.68	21.00	1.00	92.45	220	39.17	32
89	CR67400	1.00	85.71	256	51.45	11.00	1.00	87.67	233	41.54	21
90	DB5/55	1.00	30.88	265	24.31	9.00	1.00	65.49	243	1.46	19
91	EPC48863	1.00	30.77	249	2.82	16.00	1.00	66.46	224	1.11	29
92	Gloria 57	1.00	85.71	245	22.02	23.00	1.00	38.56	225	35.94	37
93	Green German	1.00	56.90	258	0.00	15.00	1.00	57.65	243	10.98	21
94	H37-1953	1.00	75.61	255	17.60	19.00	1.00	70.37	235	16.00	18
95	Hinahina	1.00	44.44	256	16.58	8.00	1.00	89.08	238	10.45	24
96	IJ76-319	1.00	36.94	256	37.82	22.00	1.00	24.44	232	2.05	29
97	IJ76-441	1.00	12.17	251	3.77	22.00	1.00	21.48	234	24.92	23
98	IJ76-521	1.00	31.25	273	56.49	29.00	1.00	65.87	237	63.13	35
99	Ja64-19	1.00	33.33	249	1.60	13.00	1.00	62.64	229	8.82	22
100	Ja64-20	1.00	52.86	259	45.45	8.00	1.00	57.51	232	22.83	22
101	L67-412	1.00	50.91	250	6.13	9.00	1.00	70.50	231	8.16	22
102	L62-66	1.00	6.94	259	42.07	29.00	1.00	1.14	261	36.05	13
103	L72-356	1.00	43.82	258	20.47	29.00	1.00	92.99	243	2.30	13
104	L72-370	1.00	21.05	251	30.34	23.00	1.00	80.89	224	47.96	19
105	L73-9115	1.00	35.38	270	46.61	18.00	1.00	83.33	244	6.21	17
106	L76-331	1.00	37.14	260	0.00	24.00	1.00	48.36	236	25.00	17
107	L78-56	1.00	20.00	273	16.20	2.00	1.00	93.44	241	12.90	0
108	L78-58	1.00	4.17	295	12.09	29.00	1.00	75.65	238	10.71	30
109	L79-321	1.00	37.00	259	12.81	26.00	1.00	83.59	232	13.27	28
110	L80-38	1.00	27.37	267	8.66	19.00	1.00	84.19	233	5.60	28

111	L80-40	1.00	61.70	257	64.05	16.00	1.00	99.03	238	77.18	30	
112	L80-42	1.00	21.25	250	1.27	26.00	1.00	37.50	230	0.94	26	
113	L80-5B	1.00	33.04	250	15.25	8.00	1.00	77.70	237	4.88	16	
114	L81-04	1.00	40.40	271	13.88	17.00	1.00	46.71	244	3.45	20	
115	L81-16	1.00	2.22	309	1.64	29.00	1.00	19.01	254	1.05	13	
116	L82-41	1.00	22.92	259	16.35	26.00	1.00	72.09	237	0.00	22	
117	Loethers	1.00	39.13	266	49.60	26.00	1.00	100.00	237	42.01	15	
118	Lucas	1.00	25.58	262	3.33	45.00	1.00	10.00	269	15.38	3	
119	Mex50-471	1.00	17.54	259	7.14	38.00	1.00	18.46	262	11.65	33	
120	Mex55-27	1.00	3.70	266	40.10	34.00	1.00	5.04	265	24.69	10	
121	Mex55-32	1.00	4.44	260	59.25	34.00	1.00	23.71	253	42.24	16	
122	Mex57-29	1.00	30.00	263	70.76	23.00	1.00	46.21	240	37.76	14	
123	Mex57-354	1.00	10.20	260	52.78	12.00	1.00	2.94	268	3.28	19	
124	Mex57-683	1.00	71.43	249	34.34	18.00	1.00	61.16	231	29.17	22	
125	Mex58-1230	1.00	13.24	280	21.37	20.00	1.00	2.94	276	12.65	5	
126	Mex60-445	1.00	48.35	250	13.04	40.00	1.00	61.54	232	3.19	12	
127	Mex73-523	1.00	41.67	251	7.69	13.00	1.00	58.57	243	5.52	28	
128	Mex74-1400	1.00	12.17	251	53.67	14.00	1.00	49.04	232	23.38	17	
129	Mex74-1409	1.00	41.44	252	4.48	8.00	1.00	4.00	260	1.11	5	
130	My54-64	1.00	15.56	260	55.07	28.00	1.00	2.41	248	68.35	26	
131	NA56-79	1.00	33.90	251	28.38	23.00	1.00	7.80	239	26.43	22	
132	Nco292	1.00	21.69	257	0.77	16.00	1.00	52.69	233	2.22	13	
133	NG28-55	1.00	9.09	260	35.15	26.00	1.00	34.55	239	38.50	45	
134	NG77-92	1.00	1.75	274	67.64	1.00	1.00	46.00	244	57.78	27	
135	PCG12-745	1.00	17.54	257	84.43	2.00	1.00	39.16	226	2.25	27	
136	PGM89-118	1.00	70.59	264	34.33	9.00	1.00	20.45	251	47.55	11	
137	POJ	1.00	5.56	253	1.67	6.00	1.00	5.77	241	18.75	19	
138	PR1152	1.00	7.00	274	7.59	42.00	1.00	24.48	240	2.99	34	
139	PR1249	1.00	4.48	266	3.23	6.00	1.00	23.14	255	5.13	33	
140	PR68-3120	1.00	28.57	286	77.15	7.00	1.00	25.83	261	48.63	20	
141	PR76-3385	1.00	34.65	264	26.03	10.00	1.00	8.70	253	8.66	7	
142	PR78-3025	1.00	22.22	258	16.60	15.00	1.00	11.71	240	22.43	43	
143	PR79-3009	1.00	21.25	253	76.89	20.00	1.00	10.30	233	70.54	20	
144	PR87-2048	1.00	74.00	251	23.53	44.00	1.00	20.14	238	38.01	22	
145	Ragnar	1.00	15.87	259	11.48	13.00	1.00	13.46	248	49.39	26	
146	RB73-9115	1.00	16.18	266	4.30	35	1.00	11.93	254	65.03	40	
147	RD75-11	1.00	45.71	259	40.00	34.00	1.00	0.56	281	35.15	6	
148	San Felipe	1.00	25.69	250	5.00	45.00	1.00	4.00	275	7.27	13	
149	SP71-3149	1.00	81.67	249	1.68	17.00	1.00	6.40	261	50.35	20	
150	SP71-6180	1.00	27.84	294	21.18	5.00	1.00	8.33	255	31.08	27	
151	SP79-2233	1.00	20.82	265	39.05	14.00	1.00	3.61	261	51.97	13	
152	TCP83-3217	1.00	55.86	262	46.70	31.00	1.00	36.00	247	13.57	14	
153	TUC68-19	1.00	70.71	253	33.33	32.00	1.00	70.73	241	29.11	23	
154	TUC69-117	1.00	7.61	252	27.58	28.00	1.00	27.57	239	6.39	28	
155	Uba	1.00	41.41	250	27.42	35.00	1.00	3.43	247	68.92	11	
156	V71-51	1.00	27.78	250	23.53	43.00	1.00	31.07	233	65.05	27	
			<b>promedio</b>	<b>35.6</b>	<b>261.3</b>	<b>28.0</b>	<b>22.4</b>	<b>promedio</b>	<b>44.4</b>	<b>243.7</b>	<b>25.0</b>	<b>23.7</b>



Cuadro 14 "A". Variables medidas de 60 variedades Los Tarros zafra 2001-2002

VARIEDAD	% Flor	Días flor	polen Viable (%)	Duración de floración (días)
B4363	0.93	302	6.82	0
B47258	2.02	244	21.43	38
CB45-13	1.02	295	8.65	0
CB46-47	17.89	251	0.00	25
CC82-27	4.24	288	29.35	26
CC82-28	1.79	288	6.45	14
CC84-75	14.78	259	27.95	55
CG96-01	42.00	260	2.38	23
CG96-143	3.16	295	9.55	7
CG96-18	11.11	267	45.21	41
CG96-21	14.44	274	51.56	27
CG96-28	37.50	249	0.35	7
CG96-40	12.12	264	43.16	25
CG96-42	4.08	295	65.82	12
CG96-52	2.17	266	16.42	0
CG96-53	29.11	263	21.49	16
CG96-54	2.02	302	19.20	0
CG96-61	1.49	302	30.71	6
CG96-66	8.70	260	63.01	48
CG97-100	2.61	295	7.93	7
CG97-49	18.33	258	7.79	44
CG97-83	6.33	279	62.50	10
CG98	7.95	281	33.07	35
CG98-135	17.46	281	22.26	34
CG98-94	0.83	316	49.33	0
CGCP95-53	35.38	258	35.16	18
CGM98-169	1.82	280	33.33	0
CGM98-175	18.33	279	10.91	36
CGSP97-116	12.71	274	20.54	35
CP89-1702	12.33	274	77.43	42
CP92-1383	2.00	274	14.12	0
Eros	7.32	267	17.24	5
F145	25.00	265	9.42	49
L68-40	2.00	266	0.00	0
Mex60-207	3.13	260	25.47	9
Mex64-1487	34.83	256	10.34	31
Mex67-351	38.00	262	33.62	34
Mex69-290	0.34	253	7.02	0
Mex79-431	18.64	253	10.20	61
MI318	10.61	253	0.00	41
My53-108	10.34	252	11.86	62
My54-63	18.75	258	55.07	48
My55-14	2.00	315	15.54	0
NA56-42	36.47	256	41.60	38
NCo376	31.54	247	16.24	66
NG28-55	9.09	260	35.15	7
NG77-92	1.75	274	67.64	0
P33-11	4.17	292	10.61	0
PGM89-968	12.71	259	6.63	56
POJ2878	27.83	250	0.64	15
POJ2961	39.13	259	24.00	13
PR61-632	52.30	256	21.18	12
PR86-2027	10.71	274	5.06	0
PR87-2080	2.06	274	24.60	16
PR87-2086	14.55	288	8.33	26
PR902	12.00	274	1.27	18
Q96	25.95	257	25.95	11
RB73-2223	6.82	267	11.94	35
Sacchar.offic.	14.29	278	4.46	17
SP72-4790	10.20	274	0.87	27
promedio	13.8	271.2	22.4	22.1

**Cuadro 15 "A".** Variables medidas de 19 variedades Estación Experimental Camantulul zafra 2001-2002

<b>VARIEDAD</b>	<b>% flor</b>	<b>Días flor</b>	<b>polen viable(%)</b>	<b>Duración de floración (días)</b>
<b>B4362</b>	25.96	241	16.74	37
<b>B4744</b>	6.40	239	34.41	27
<b>B73714</b>	30.89	240	7.78	37
<b>CB 40-13</b>	1.05	260	9.63	0
<b>CG96-34</b>	35.13	262	0	14
<b>CG96-38</b>	23.93	264	0	13
<b>CP70-330</b>	29.55	251	6.67	10
<b>CP80-1752</b>	2.78	262	29.69	7
<b>CP88-1718</b>	3.00	276	61.25	7
<b>CP91-1770</b>	25.00	269	55.06	35
<b>L73-351</b>	38.10	236	10.29	19
<b>L79-21</b>	66.67	248	5	28
<b>L80-09</b>	15.46	231	16.81	34
<b>M3145</b>	0.51	283	7.3	0
<b>Mex56-18</b>	21.67	240	0	22
<b>Mex59-430</b>	4.04	252	24	10
<b>My74-64</b>	15.91	240	8.85	35
<b>Negríta</b>	4.34	293	19.35	0
<b>Q73</b>	1.51	296	21.05	0
<b>promedio</b>	<b>18.5</b>	<b>257.0</b>	<b>17.6</b>	<b>17.6</b>

**Cuadro 16 "A".** Variedades que no presentaron floración en ambas localidades

<b>No.</b>	<b>Variedad</b>	<b>No.</b>	<b>Variedad</b>	<b>No.</b>	<b>Variedad</b>
1	B3439	26	CG96-83	51	Mex57-351
2	B37172	27	CG96-85	52	Mex59-32
3	B41227	28	CG97-15	53	Mex68-1347
4	B49119	29	CG97-42	54	Mex68-200
5	B49397	30	CG97-91	55	Mex69-430
6	B50112	31	CG97-96	56	Mex72-458
7	B55362	32	CG98-141	57	Mex73-206
8	B69404	33	CG98-87	58	Mex81-2262
9	B69613	34	CGM98-146	59	NG57-60
10	B70345	35	CGM98-170	60	Pindar
11	B70351	36	CGM98-178	61	PPQK
12	B71327	37	CGSP97-139	62	PR70-2085
13	B73176	38	CL54-1910	63	PR75-2002
14	B73355	39	Co997	64	PR77-3072
15	B74418	40	CP88-1540	65	PR78-294
16	B74447	41	IK76-59	66	PR905
17	B76280	42	Ja60-5	67	PR907
18	B76345	43	KIE	68	PR92-626
19	B76385	44	L77-40	69	PR997
20	B7639	45	L79-3	70	Q102
21	B76398	46	L79-8	71	Q83
22	CB40-77	47	L82-54		
23	CC82-26	48	M3145		
24	CG96-16	49	Manteiga		
25	CG96-50	50	Mex57-337		