

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y  
AMBIENTALES –IIAA-

EVALUACIÓN DE 19 HÍBRIDOS DE MAÍZ BLANCO (*Zea mays*) PROCEDENTES  
DE DIFERENTES LOCALIDADES DE LATINOAMÉRICA, EN LOS CAMPOS DEL CENTRO  
EXPERIMENTAL DOCENTE DE AGRONOMÍA (CEDA), FACULTAD DE AGRONOMÍA,  
ZONA 12 GUATEMALA.

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

POR  
LUIS ARTURO SEGURA GALINDO

En el acto de investidura como  
INGENIERO AGRÓNOMO  
EN  
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

Guatemala, agosto del 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

- **Decano:** MSc. Francisco Javier Vásquez Vásquez.
- **Vocal I:** Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes.
- **Vocal II:** Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria.
- **Vocal III:** MSc. Danilo Ernesto Dardón Ávila.
- **Vocal IV:** Br. Mirna Regina Valiente.
- **Vocal V:** Br. Nery Boanerges Guzmán Aquino.
- **Secretario:** MSc. Edwin Enrique Cano Morales.

Guatemala, agosto del 2008

Guatemala, agosto del 2008

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

Apreciables Señores:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos De Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

EVALUACIÓN DE 19 HÍBRIDOS DE MAÍZ BLANCO *Zea mays* PROCEDENTES DE  
DIFERENTES LOCALIDADES DE LATINOAMÉRICA, EN LOS CAMPOS DEL CEDA,  
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12, GUATEMALA.

Presentado como requisito previo para optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciado

Esperando que la presente investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, me suscribo de ustedes cordialmente

Luís Arturo Segura Galindo

## ACTO QUE DEDICO

**A:**

- **DIOS** Creador de la vida y dador universal
- **MIS PADRES:** Ismael Segura Monterroso  
Una flor sobre tu tumba y un minuto de tu sueño eterno para que contemples tu triunfo  
Silvia Marina Galindo de Segura  
Eterna luz que ilumina mi vida y cuida mis Pasos. Los Amo
- **MIS HIJOS:** Manuel Rubén y Sofía Alejandra.  
Que la presente sirva de motivación en sus vidas.  
Siguen siendo parte fundamental de mi vida
- **MIS HERMANOS:** Ismael, Sofía, Beatriz, Rubén  
Por sus consejos, apoyo y amor, mil gracias
- **MI ABUELITO:** Manuel Rubén Galindo Bolaños  
Gracias por tus inagotables principios
- **MIS TIOS Y TIAS:** Con especial cariño y respeto.
- **A MIS PRIMOS:** Edgar Armando, Juan Carlos, Oscar Aparicio.  
Antulio Ruben y Claudia Maria. Por permitirme compartir mis alegrías y tristezas,
- **A MIS SOBRINOS:** Cristina, Adriana, Sergio, Alejandra, Claudia.  
Gustavo, Andrea, Diana y Susana. Con todo mí Amor

- **A MIS AMIGOS:** Oscar Guzmán, Ing Agr. Erick Ramos, Ing. Agr. Carlos Manuel García, Ing. Agr. Gelión Estrada, Ing. Agr. Waldemar Nufio.  
Gracias por estar siempre ahí.

## TESIS QUE DEDICO A

- **GUATEMALA** Tierra bendita que me vio nacer y crecer
- **FACIUTAD DE AGRONOMÍA -USAC-** Por todo lo que me brindó y me sigue Brindando.
- **MIS ASESORES** Ing. Agr. Francisco Javier Vásquez Vásquez e Ing. Agr. Mario Roberto Fuentes, por cuyo interés y dedicación, este documento es una realidad.
- **A MIS COLABORADORES** MSc. Ezequiel López, Ing. Agr. Julio Martínez, Ing. Agr. Luís Fernando Izaguirre.  
Por su valiosa y desinteresada colaboración en el desarrollo del presente trabajo.

<b>CONTENIDO GENERAL</b>	<b>i</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b>	<b>22</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>iv</b>
<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>2. DEFINICION DEL PROBLEMA</b>	<b>4</b>
<b>3. JUSTIFICACION DEL PROBLEMA</b>	<b>5</b>
<b>4. MARCO TEORICO</b>	<b>6</b>
<b>4.1 MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>6</b>
<b>4.1.1 Origen del Maíz</b>	<b>6</b>
<b>4.1.2 Clasificación Botánica del Maíz</b>	<b>7</b>
<b>4.1.3 Clasificación Botánica del Maíz</b>	<b>8</b>
<b>4.1.4 Crecimiento y fases de desarrollo</b>	<b>8</b>
<b>4.1.4.1 Fase Vegetativa</b>	<b>9</b>
<b>4.1.4.2 Fase Reproductiva</b>	<b>9</b>
<b>4.1.4.3 Fase de Llenado de Grano</b>	<b>9</b>
<b>4.1.5 Requerimiento para el Crecimiento del Cultivo</b>	<b>10</b>
<b>4.1.5.1 Influencia del Fotoperiodo en el Maíz</b>	<b>11</b>
<b>4.1.5.2 Requerimiento de Agua</b>	<b>11</b>
<b>4.1.5.3 Influencia de la Temperatura</b>	<b>12</b>
<b>4.1.6 Uso del Maíz</b>	<b>14</b>
<b>4.1.6.1 Uso del Maíz como Alimento Humano</b>	<b>14</b>
<b>4.1.6.2 Uso del Maíz como alimento para Ganado y Aves</b>	<b>15</b>
<b>4.1.6.3 Producción de Biocombustibles</b>	<b>15</b>
<b>4.1.6.3.1 La Opción Guatemalteca</b>	<b>17</b>
<b>4.1.7 Método de Mejoramiento</b>	<b>18</b>
<b>4.1.7.1 Introducción</b>	<b>18</b>
<b>4.1.7.2 Selección</b>	<b>19</b>
<b>4.1.7.2.1 Selección en Masa</b>	<b>19</b>
<b>Selección de Progenies y mejoramiento</b>	
<b>por Líneas</b>	<b>20</b>
<b>4.1.7.2.3 Selección Recurrente</b>	<b>21</b>
<b>4.1.8 Hibridación</b>	<b>21</b>

4.1.8.1 Cruzamientos Intervarietales e Interespecificos	43
4.1.8.2 Utilización del Vigor Híbrido	22
4.2 MARCO REFERENCIAL	24
4.2.1 localización	25
4.2.2 Clima y Zona de Vida	25
4.2.3 Superficie	25
4.2.4 Hidrología	26
4.2.5 Suelos	26
5. OBJETIVOS	27
5.1 General	28
5.2 Específicos	28
6. HIPOTESIS	28
7. METODOLOGIA	29
7.1 Tratamientos	30
7.2 Diseño Experimental	30
7.2.1 Unidad Experimental	31
7.2.2 Manejo del Experimento	31
7.2.3 Variables a Evaluar	32
7.2.3.1 Variables Cualitativas	32
7.2.3.2 Variables Cuantitativas	32
7.2.4 Análisis de la Información	32
8. RESULTADOS Y SU DISCUSION	34
8.1 Variables Cualitativas	35
8.1.1 Incidencia de Hongos	35
8.1.2 Incidencia de Virus	35
8.2 Variables Cuantitativas	35
8.2.1 Altura Planta en metros	36
8.2.2 Altura de Mazorca en Centímetros	37
8.2.3 Numero de Mazorcas por Parcela	38
8.2.4 Peso de Mazorca con brácteas protectoras (cubierta o tuza)	39
8.2.5 Peso de Mazorca sin brácteas protectoras (sin cubierta )	40
8.2.6 Longitud de Mazorca en Centímetros	41
8.2.7 Diámetro de Mazorca en Centímetros	42

<b>8.2.8</b>	<b>Número de Hileras por mazorca</b>	
<b>8.2.9</b>	<b>Numero de Granos por Hilera</b>	<b>44</b>
<b>8.2.10</b>	<b>Porcentaje de Humedad</b>	<b>45</b>
<b>8.2.11</b>	<b>Diámetro de raquis Central (u olote)</b>	<b>46</b>
<b>8.2.12</b>	<b>Peso de 1000 granos en Gramos</b>	<b>47</b>
<b>8.2.13</b>	<b>Rendimiento en Kilogramos por hectárea</b>	<b>48</b>
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>49</b>
<b>10.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>50</b>
<b>11.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>52</b>
<b>12.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>53</b>

## INDICE DE CUADROS

**Cuadro 1:** Identificación y procedencia de los híbridos evaluados en las condiciones del CEDA, FAUSAC, 2006.

**Cuadro 2:** Distribución de Tratamientos en el Campo.

**Cuadro 3:** Frecuencias para las variables cualitativas evaluadas.

**Cuadro 4:** Prueba de medias de Duncan para la variable altura de Planta en Mt.

**Cuadro 5:** Prueba de medias de Duncan para la variable Altura de Mazorca en cm.

**Cuadro 6:** Prueba de medias de Duncan para la variable Peso de Mazorca con Tuza.

**Cuadro 7:** Prueba de medias de Duncan para la variable Peso de Mazorca Sin Tuza.

**Cuadro 8:** Prueba de medias de Duncan para la variable Longitud de Mazorca.

**Cuadro 9:** Prueba de medias de Duncan para la variable Diámetro de Mazorca.

**Cuadro 10:** Prueba de medias de Duncan para la variable Número de Hileras por Mazorca.

**Cuadro 11:** Prueba de medias de Duncan para la variable Número de Granos por hilera.

**Cuadro 12:** Prueba de medias de Duncan para la variable Porcentaje de Humedad.

**Cuadro 13:** Prueba de medias de Duncan para la variable Diámetro de Raquis Central u Orote.

**Cuadro 14:** Prueba de medias de Duncan para la variable Peso de 1000 granos.

**Cuadro 15:** Prueba de medias de Duncan para la variable Rendimiento en Kilogramos por Hectárea.

**EVALUACION DE 19 HIBRIDOS DE MAÍZ BLANCO (*Zea mays*) PROCEDENTES DE DIFERENTES LOCALIDADES DE LATINOAMÉRICA EN LOS CAMPOS DEL CENTRO EXPERIMENTAL DOCENTE DE AGRONOMIA (CEDA), CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12, GUATEMALA.**

**EVALUATION OF 19 WHITE CORN (*Zea mays*) HYBRIDS COMING FROM DIFFERENT LOCALITIES ON LATIN AMERICA AT THE EXPERIMENTAL TEACHING CENTER OF AGRONOMY (CEDA), UNIVERSITY CITY, ZONE 12, GUATEMALA.**

**RESUMEN**

El cultivo del maíz es uno de los principales productos que conforman la dieta alimenticia de la población guatemalteca y de muchas otras regiones del mundo. Se utiliza también en la industria como fuente de alimento animal y, en un futuro cercano, se prevé su utilización como una de las materias primas para la generación de biocombustibles. Esto generará que la demanda de este grano básico aumente drásticamente, pudiendo llegar a poner en riesgo la seguridad alimentaria de una gran parte de la población mundial. Por lo anterior, la búsqueda de materiales genéticos de alto rendimiento es una estrategia fundamental para incrementar la producción de dicho cereal.

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad determinar las características agronómicas, especialmente enfocadas en el rendimiento por unidad de área, de 19 híbridos de maíz blanco procedentes de diferentes países de Latinoamérica y un testigo. Con la presente investigación se han descrito las principales características agronómicas de los 19 híbridos latinoamericanos evaluados y un testigo local, bajo las condiciones climáticas de Centro Experimental Docente Productivo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Así mismo los resultados obtenidos nos permitieron identificar 3 híbridos considerados los más rendidores en

kilogramos de grano seco por hectárea, siendo estos los híbridos JC-24, ECB-5399 Y HEBQ05-01, generados en Guatemala, con rendimientos promedios de 5,451.6, 4,705.6 y 3,904.8 kilogramos por hectárea Por lo que con esta evaluación se comprobó la superioridad de estos materiales genéticos guatemaltecos en el rendimiento en kilogramos por hectárea de grano bajo las condiciones del CEDA en la Facultad de Agronomía de la USAC.

## 1. INTRODUCCION.

El cultivo del maíz resulta ser de suma importancia dentro de la dieta alimenticia de la mayoría de la población guatemalteca, razón por la cual es motivo de particular atención para los productores de dicho cultivo, contar con la mayor cantidad de información sobre aspectos agronómicos, así como nutricionales del mismo.(ICTA, 2001).

Además de constituir en Guatemala uno de los cultivos más importante y tradicionales, son la fuente principal de carbohidratos (65%), y de proteína (71%) en la dieta de los guatemaltecos, el cual la mayor parte de la población utiliza diariamente en la dieta alimenticia como base principal. actualmente se está usando en la preparación de concentrados para la alimentación animal y para la extracción de aceite (ICTA, 2001).

El uso de productos agrícolas por parte de grandes países para fabricar biodiésel determinará la tendencia en el cultivo de maíz de Centroamérica y de Guatemala hacia el año 2,020, según el científico investigador extranjero Hugo Córdova (Bolaños, 2007).

El reto para Guatemala en los próximos años será mantener el balance entre abastecer a la industria nacional y evitar los riesgos para proveer el consumo humano de maíz blanco y amarillo, opinó el experto. (Bolaños, 2007).

En Guatemala se produjo un total de 20,337,694 quintales de maíz blanco en el año 2003, mientras que otros países superan grandemente esta cifra. Esto obedece a que en otros lugares se utilizan variedades e híbridos, cuyas bondades son actualmente desconocidas por una gran mayoría de pequeños y medianos agricultores de nuestro país. (INE, 2004)

Además, la variabilidad y adaptabilidad del maíz, ha permitido la creación de materiales para diversos tipos de condiciones climatológicas y edáficas. El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, mediante el sub. Programa de maíz, se ha dado a la tarea de generar y promocionar variedades e híbridos que poseen una gran demanda dentro del mercado nacional y extranjero, debido al incremento del potencial nutritivo de los materiales generados por el ICTA (Fuentes, 2002).

Este experimento se llevó a cabo en los campos del Centro Experimental Docente Productivo (CEDA) de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, con la finalidad de estudiar las características agronómicas de 19 materiales genéticos. Dichos materiales provienen de diferentes países de América Latina y se desea conocer su comportamiento en la localidad de su evaluación.

Se evaluaron tanto características cualitativas, como cuantitativas.

Los resultados obtenidos en este estudio nos permitieron concluir que de los 19 híbridos latinoamericanos y un testigo evaluados, fue evidente la superioridad de los híbridos generados en Guatemala, siendo los identificados como JC-24, ECB-5399 y HEBQ05-01, con rendimientos de 5,451.6, 4,705.6 y 3,904.8 kilogramos por hectárea respectivamente. Los que pueden ser evaluados en otras condiciones agroclimáticas para conocer su comportamiento, ya que la presente investigación se realizó bajo las condiciones del CEDA en la Facultad de Agronomía de la USAC.

## **2. DEFINICION DEL PROBLEMA**

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, como ente generador de investigación, ha generado y liberado al mercado, materiales genéticamente mejorados de maíz para el Altiplano Central de Guatemala. En tal sentido y, con el afán de proveer de materiales genéticamente mejorados, con características de alto rendimiento, productividad y resistencia, se realizó, en forma conjunta con el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas y la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, la evaluación de 19 materiales genéticos generados en Guatemala y otros Países de Latino América.

Los investigadores constantemente están generando nuevos materiales genéticos, ya sea híbridos o variedades de polinización libre que permitan mayores rendimientos por área de siembra. Sin embargo, para ser recomendados es necesario que los mismos sean evaluados en diferentes ambientes para determinar su comportamiento y su potencial de cultivo en diferentes regiones.

En el momento de poner a disposición del mercado los híbridos, se debe contar con la información básica en cuanto a características cualitativas y cuantitativas de los mismos, información que debe estar contenida dentro de los descriptores específicos para cada uno de los híbridos evaluados

### **3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:**

Ya hemos mencionado que los fitomejoradores constantemente están generando materiales genéticos (híbridos y variedades de polinización libre) para posteriormente ser evaluados en diferentes condiciones climáticas. Estos híbridos experimentales que se evaluaron proceden de diferentes países de Latinoamérica con los que el ICTA tiene proyectos conjuntos y se hace necesario evaluarlos bajo condiciones agroclimáticas propias de Guatemala, para posteriormente identificar los que posean mejores cualidades agronómicas. Dentro de estas características, resulta de fundamental importancia el rendimiento por área de AREA. Los híbridos de alto rendimiento son una alternativa para los productores, quienes al final son los beneficiarios de este tipo de investigación.

Por otro lado, tanto los híbridos como las variedades comerciales, deben contener su correspondiente descriptor, que presenta las características agronómicas que los caracteriza. Mucha de esa información se genera precisamente a través de este tipo de investigaciones.

## 4. MARCO TEORICO.

### 4.1 MARCO CONCEPTUAL

#### 4.1.1.ORIGEN DEL MAIZ

El maíz está clasificado dentro de la especie botánica *Zea mays*. Tiene dos parientes cercanos, que son el *Tripsacum* y el *Teosinte*. Ambos crecen en forma silvestre en Guatemala.

Se han mencionado dos lugares como el posible origen del maíz. Estos son: a) los valles altos de Perú, Ecuador y Bolivia, y b) la región del sur de México y la América Central. En ambas áreas se han encontrado muchos tipos de maíz. Se ha expuesto varias teorías para explicar el origen del maíz. La primera era que el maíz se origino del *Teosinte* o de los ancestros del mismo. La otra teoría sugiere que el maíz se originó de un maíz primitivo tunicado pero todavía se ignora el origen de este maíz. (Bolaños & Edmeadea, 1993)

Además de las tres teorías sobre el origen del maíz que hemos discutido anteriormente, debemos hacer aquí alguna referencia a los repetidos informes y opiniones respecto a que el maíz silvestre, esencialmente de la misma forma del maíz cultivado del presente, todavía existe, o ha existido hace poco tiempo.(Collado, 1982)

Séller (1847), declaró que en México, plantas solas, auto sembradas de maíz, crecen sin cultivo, a muchas millas de distancia de lugares habitados, pero no dijo que fuera maíz silvestre.

Sturtevant (1879) publicó una carta del profesor C.H. Brewer quien declaraba que en 1869 había conocido a un botánico alemán Roezl, quien informó que había encontrado en el estado

de Guerrero en México, un tipo de *Zea* no descrito, que él consideraba específicamente distinto, “ las mazorcas muy pequeñas en dos filas, verdaderamente dísticas”; la mazorca (pero no cada grano separadamente) cubierta con una tusa, el grano precisamente igual al de algunas variedades de maíz, solo que más pequeño y más duro.

#### **4.1.2 DESCRIPCION BOTÁNICA DEL MAÍZ**

El maíz es una gramínea anual, erecta, robusta de 0.6 a 3.0 m o más de altura en su madurez. Los tallos son ligeramente comprimidos, gruesos. Las hojas son de 30 a 100 cm. de largo y de 3 a 12 cm. de ancho, la base es redondeada, el ápice más angosto y agudo y los márgenes frecuentemente ásperos o irregulares. Son de color verde en la parte superior, finamente pilosos o glabros en ambas superficies. Las espigas son unisexuales-monoicas, las masculinas terminales solitarias en grupos de 2 a 26, las femeninas en las axilas de una o más hojas generalmente solitarias. La inflorescencia femenina se encuentra envuelta entre 8 o 13 brácteas largas, duras y finamente pubescentes, los estilos son largos, morados o blanco negruzco y penduloso, con un estigma morado bifido que sobresale considerablemente de las brácteas. Las semillas (frutos), son ovoides con un ápice agudo obtuso redondeado y comprimido. (Collado, 1982).

#### 4.1.3 CLASIFICACION BOTANICA DEL MAÍZ

Reino.....Plantae  
 División.....tracheophyta  
 Sub división..... Pteropsidae  
 Clase.....angiospermae  
 Subclase.....monocotiledoneae  
 Grupo.....glumiflora  
 Orden.....graminales  
 Familia.....gramineae  
 Tribu.....maydeae  
 Género.....*Zea*  
 Especie..... *Zea mays*

(Jungenheimer, 1980)

#### 4.1.4. CRECIMIENTO Y FASES DE DESARROLLO

La planta de maíz presenta diferente comportamiento a las condiciones agroclimáticas. El conocer las características fenológicas establece el marco temporal que forma el rendimiento y sus componentes. Bolaños y Eumades indican que en los puntos cardinales de germinación, iniciación floral y madurez fisiológica se delimitan respectivamente las fases vegetativa, reproductiva y de llenado de grano. La duración de cada una de estas fases depende del genotipo, del foto periodo y de la temperatura. (Lafitte, 1994).

#### **4.1.4.1 FASE VEGETATIVA**

Esta fase se inicia al momento de comenzar el proceso de germinación de la semilla y se establecen las plántulas; se expande el follaje y se forma la capacidad fotosintética del cultivo, la cual controla la producción de biomasa. La biomasa total producida por el cultivo está altamente correlacionada con el tamaño final de la mazorca y en promedio se estima que ésta ocupa el 40% del peso total (Lafitte, 1994).

#### **4.1.4.2 FASE REPRODUCTIVA**

En esta fase se elabora el órgano de interés desde el punto de vista de la cosecha: la mazorca y el número de granos por mazorca que constituye la fracción cosechable de la biomasa. En el caso del maíz las flores masculinas se producen en la inflorescencia terminal (espiga) y las flores femeninas en las axilas laterales (mazorcas), por lo que existe una distancia entre ambas y el polen debe viajar una corta distancia para fecundar a los estigmas. Dependiendo de la zona en donde se esté desarrollando el cultivo, existe un período que va de uno a dos días, entre la emisión del polen y la salida de los estigmas en la floración. Este período se puede alargar entre 5 y 8 días para las condiciones del altiplano. La polinización es una fase extremadamente sensitiva al efecto que puedan causar los estreses ambientales tales como la sequía, que puede afectar negativamente el rendimiento (Jugenheimer, 1990)

#### **4.1.4.3 FASE DE LLENADO DE GRANO.**

Esta fase se inicia inmediatamente después de la polinización y determina el peso final del grano y de la mazorca. El peso del grano está correlacionado con la duración y la cantidad de radiación interceptada durante esta fase, y es afectada por estreses hídricos y nutricionales (Mangelsdorf & Reeves 1948).

La fase de llenado está marcada por tres fases: 1) Fase de arresto que puede durar de 10 a 20 días; 2) Fase lineal que es la fase de acumulación de materia seca y tiene una duración de 7 a 14 días que concluye con la aparición de la capa negra y madurez fisiológica. Se denomina que el grano está en la etapa de capa negra, cuando éste cesa de alimentarse de la planta, formándose una capa de color negro que evita la entrada de nutrientes al grano, aspecto que da nombre a esta fase. La madurez fisiológica se alcanza cuando el grano está cerca de los 32-35 % de humedad (Mangelsdorf & Reeves, 1948).

En la cuadro 1 se presentan las fases de desarrollo del cultivo del maíz y su duración aproximada para el caso de maíces adaptados a las condiciones del Trópico Bajo. Se ejemplifica con la Población Tuxpeño cultivada en un ambiente tropical con temperaturas promedio de 23 a 25° C. Los datos observados en las condiciones del Altiplano Medio y Occidental, corresponden a las localidades de Chimaltenango y Quetzaltenango, respectivamente (Mangelsdorf & Reeves, 1948).

#### **4.1.5 REQUERIMIENTOS PARA EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO**

Según Heysey & Eamadea, 1999, el cultivo del maíz requiere de condiciones mínimas que favorezcan su rendimiento. El conocimiento de los diferentes eventos fonológicos de la planta posibilita entender el marco temporal de la formación, del rendimiento y sus componentes. El maíz es una planta anual determinada por puntos cardinales de la germinación, iniciación floral, la fluoración y la madurez fisiológica, delineando receptivamente las fases vegetativa, reproductiva y de llenado de grano. La duración de cada una de estas fases depende del genotipo, del foto periodo y de la temperatura.

#### **4.1.5.1 INFLUENCIA DEL FOTOPERIODO EN EL MAIZ**

El maíz es una planta determinada cuantitativa de días cortos. Esto significa que el proceso hacia floración se retrasa progresivamente a medida que el foto período excede el valor mínimo. En general, para la mayoría de germoplasma de maíz tropical el foto período crítico oscila entre 11 y 14 horas y en promedio 13.5 horas. La mayoría de los materiales tropicales tienen mucha sensibilidad al foto período que puede influir en el retraso en la iniciación de la espiga (Jugenheimer, 1990).

#### **4.1.5.2 REQUERIMIENTO DE AGUA**

El requerimiento de mínimo que las plantas necesitan para cumplir las diferentes fases de crecimiento se presenta en el cuadro 2. La disponibilidad de agua en cantidades adecuadas al requerimiento de la planta, posibilita que el cultivo pueda desarrollarse adecuadamente y que posibilite potenciar redimiendo. La utilización de agua está en función del desarrollo fenológico de la planta y se correlaciona con otras variables muy importantes como lo son la capacidad de campo, evapotranspiración y temperatura. La cantidad de agua accesible al cultivo en un momento dado depende de la profundidad explorada por las raíces, de la cantidad de agua disponible hasta dicha profundidad y de la efectividad con que las raíces puedan extraer la humedad del suelo

El efecto particularmente de la sequía afecta la habilidad de la planta de maíz a producir grano en tres fases críticas de crecimiento vegetativo: a) Al inicio del ciclo del cultivo, en estado de plántula puede matar a estas plantas y reducir la densidad de población; b) En fase de floración y c) en fase de llenado de grano. Se han realizado diferentes estudios en maíces tropicales para simular y cuantificar potencialmente el efecto de la reducción del grano por

efecto de sequía. La reducción de agua en el cultivo del maíz durante el período de prefloración, floración y post floración provoca pérdidas de 25%, 50 % y 21%, respectivamente. El momento crítico del maíz reubica entre los 7 días previos al inicio de la floración y 15 días posterior a esta. En esta etapa, la reducción de rendimiento es mayor y puede ser 2 o 3 veces mayor que en otra fase de crecimiento. Se indica también que en esta fase el número de granos puede reducirse hasta en 45 % . (Lafitte, 1994).

El umbral mínimo de precipitación desde el cual puede esperarse cosecha de granos es de 150 mm. El maíz necesita por lo menos 500 a 700 mm de precipitación bien distribuida durante el ciclo del cultivo. Sin embargo, aun esa cantidad de lluvia no es suficiente si la humedad no puede ser almacenada en el suelo debido a la poca profundidad de esta o del escurrimiento, o si la demanda evaporativa es muy grande por las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa (Poehlman, 1984).

#### **4.1.5.3 INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA**

El desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta de maíz en la zona Tropical está muy relacionado con la altitud (msnm) en donde se encuentra la plantación. Dependiendo de la ubicación de la zona, esta manifestará diferente comportamiento relacionado a la temperatura ambiental. En Guatemala, la zona del Trópico Bajo presenta temperaturas promedio de 25 °C y que pueden manifestar extremos de 35-40 °C en ciertos períodos del año. Para las condiciones de altiplanicie, la temperatura promedio es de 18°C y pueden presentarse temperaturas mínimas cercanas a 0°C en ciertas épocas del año.

Localidades con menor temperatura posibilitan que el desarrollo vegetativo sea más largo y viceversa en condiciones de mayor temperatura. (Mangelsdorf & Reeves, 1948).

Cuando las condiciones de temperatura es mayor al promedio (35°C) durante el desarrollo vegetativo y especialmente en la fase de reproducción, posibilita que la planta entre en un proceso de defensa debido al estrés que provoca este efecto y ocurra disminución de la tasa de fotosíntesis, posibilita la reducción del número de óvulos y viabilidad del polen, efecto negativo en la fase de llenado de grano y puede repercutir en pérdida de rendimiento. Lo contrario puede ocurrir al observarse bajas temperaturas que pueden causar daños a la parte vegetativa y reproductiva, por consiguiente también afectar el rendimiento (Paliwall, 1982).

#### **4.1.6. USOS DEL MAIZ**

##### **4.1.6.1 USO DEL MAIZ COMO ALIMENTO HUMANO**

La humanidad ha fracasado seriamente en su esfuerzo por alimentar en forma adecuada a los millones de gentes que viven actualmente en la tierra. De éstos, al menos mil millones están desnutridos y la dieta de otros 800 millones es deficiente ya que carece de un o varios nutrientes básicos. (Collado, 1982)

Collado, 1982, reporta que se necesitan cerca de 1,600 libras de grano por persona por año para proveer la dieta común rica en proteínas en los Estados Unidos. Esto contrasta con las 400 libras anuales por persona, de que se dispones en los países menos desarrollados. La diferencia es EL cuádruple. Donde la cantidad anual disponible de grano es de sólo 400 libras por persona, casi toda debe consumirse directamente para mantener la vida al nivel de subsistencia. De esta cantidad, casi 10% debe usarse como semilla, quedando aproximadamente 360 libras o sea, una libra para consumo diario.

Las proteínas son una parte esencial de la dieta y su abastecimiento está limitado en muchos países. Esto es particularmente cierto en muchos países tropicales donde la densidad de población es elevada y los niveles económicos son reducidos. Las proteínas tienden a ser costosas. (Collado, 1982)

#### **4.1.6.2 USO DEL MAIZ COMO ALIMENTO PARA GANADO Y AVES**

Cerca del 40% del maíz producido en los países tropicales es usado para la alimentación animal; el maíz proporciona la mas alta tasa de conversión a carne, lecha y huevos comparado con otros granos que se usan con el mismo propósito. Su alto contenido de almidón y bajo contenido de fibra hacen que sea una alta fuente de concentración de energía para la producción de ganado. Las estadísticas detalladas para este elemento no están, sin embargo, disponibles, si bien se considera que en los países tropicales la mayor parte se destina a la producción avícola. El maíz amarillo es preferido para la alimentación del ganado y se le da como grano entero, roto o molido gruesamente, seco o cocido al vapor, y es generalmente suplementado con otras fuentes de vitaminas o proteínas. El uso de fórmulas alimenticias no está aún muy difundido en los países tropicales pero están surgiendo establecimientos avícolas comerciales UE sin duda demandaran un mayor uso de raciones conteniendo maíz. (Paliwall, 1982).

#### **4.1.6.3. PRODUCCION DE BIOCOMBUSTIBLES.**

El bioetanol y biodiésel, provenientes de la energía generada por cultivos agrícolas ocupan tierra de cultivos alimenticios y producen menos energía que la usada para producirla; también afectan el medioambiente y causan desastres económicos.

Las mayores trabas para la masificación de estos productos, son la disponibilidad de tierras para cultivar las plantas, la tasa de producción de cultivo y la eficiencia en la conversión energética, aunque lo económico también tiene su cuota. (Wan Ho, 2007).

Hay un gran debate sobre el balance de energía para producir etanol o biodiésel de cultivos bioenergéticos. Los resultados de David Pimentel y Tad Patzek sostienen que el balance de energía de todos los cultivos, con los métodos de procesamiento actuales, se gasta más energía fósil para producir el equivalente energético en biocombustible. (Wan Ho, 2007).

Así, por cada unidad de energía gastada en energía fósil, el retorno es 0.788 de energía de metanol de maíz; 0.636 unidades de etanol de madera y el peor de los casos 0.534 unidades de biodiésel de soya.

El aporte de energía de los productos asociados, de acuerdo con la composición de sus semillas, parece ser excepcional. Por ejemplo, solo el 18% de la soya es aceite que sirve para biodiésel, mientras que la diferencia es pasta de soya que sirve como alimento animal. Sin embargo, la pasta de soya es producida casi al mismo tiempo que se necesita para extraer el combustible, una simple contabilidad atribuirá el 82% de la energía necesaria para generar biodiésel – que es considerable- para la alimentación animal. (Wan Ho, 2007).

Otro de los aspectos abordados por el panel fue el del mejoramiento genético para hacer frente a esta nueva realidad del cultivo. El especialista del INTA Guillermo Eyherabide sostuvo que la Argentina debe adecuarse al cambio de paradigma por el que hoy atraviesa: “La empresa del mejoramiento para los próximos años tiene una complejidad enorme. El mejorador

no puede trabajar sólo, debe ser acompañado por otras ramas de la economía y para ello es necesario una mayor convergencia entre los sectores público y privado”, afirmó. (Gear, Fraguio, Eyherabide y Pigretti, 2006).

Según el especialista el maíz atraviesa distintos escenarios, ya sea en los cambios a nivel de los sistemas de cultivo predominan ambientes de siembra directa, experimentación con intercultivos) como a nivel global (crisis energética, nueva distribución espacial de los nichos ecológicos). En ese sentido, el cambio de paradigma “debe tener una consecuencia práctica en los programas de mejoramiento de manera de reforzar efectivamente las herramientas de resistencia del cultivo (Gear, Fraguio, Eyheradibe y Pigretti, 2006)

#### **4.1.6.3.1. LA OPCIÓN GUATEMALTECA**

Ante la posible limitante de proveer para biodiésel y la posibilidad de que otros países reduzcan sus exportaciones de maíz amarillo, Guatemala deberá ocuparse de producir para abastecer a la industria nacional de concentrados, porcina y avícola (Bolaños, 2007).

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación Actualmente, 78 % de la producción anual de maíz es blanco y 22 % es amarillo.

Se darán préstamos a unos 14 mil agricultores con capacidad de producir alrededor de 280,000 quintales para el mercado local. Las autoridades también consideran que es necesario que la industria nacional del concentrado animal y los productores de cerdos, aves y huevos, busquen otras alternativas al maíz como el sorgo, soya y otros.

En el período de 2005/2006 Guatemala produjo 6.7 millones de quintales de maíz amarillo. De esos 4.7 millones fueron para autoconsumo, el resto se vendió en el mercado interno.

Se produjeron 26 millones de quintales de maíz blanco. De estos se usaron 10.7 millones en autoconsumo. Solo 15.2 millones de quintales se vendieron en el mercado interno (Bolaños, 2007).

#### **4.1.7. METODOS DE MEJORAMIENTO**

Las plantas alógamas son aquellas que tienen polinización cruzada y los principales métodos por medio de los cuales se crean nuevas variedades o mejoras en las existentes son: Introducción, Selección, creación de variedades sintéticas e hibridación (Bolaños y Eamadea, 1993).

##### **4.1.7.1. Introducción:**

Consiste en trasladar una variedad de un país a otro o de una zona geográfica a otra. La introducción se utiliza como fuente de nuevas variedades. Algunas variedades se cultivan en la forma original en la que se introdujeron. La variedad Balbo de centeno fue introducido de Italia; la variedad ladino de trébol blanco y la variedad de alfalfa LADAR se originaron a partir de introducciones. La variedad de algodón Acala fue introducida de México. Las introducciones pueden utilizarse también como fuentes de genes favorables para resistencia a enfermedades y sequía, tolerancia a bajas temperaturas y otras características (Bolaños y Eamadea, 1993).

#### **4.1.7.2. Selección:**

En las plantas autógamas se utiliza la selección de plantas individuales para establecer variedades uniformes de líneas puras y se usa menos la selección en masa como método de mejoramiento. En las especies alógamas, que son generalmente heterocigóticas, rara vez se utilizan plantas individuales para constituir una variedad, debido a que la segregación y la polinización cruzada dificultan la conservación del tipo del progenitor dentro de las progenies. Los métodos de selección más comunes son:

##### **4.1.7.2.1 Selección en masa**

Se seleccionan plantas individuales con características favorables y se mezcla su semilla para producir la siguiente generación. Se basa en la selección fenotípica. Las plantas se cosechan sin controlar su polinización. El método comenzó con el maíz cuando los agricultores seleccionaban las mejores mazorcas para sembrar la siguiente cosecha.

Aun cuando la selección se basa en el fenotipo, su objetivo es obtener una mayor frecuencia de genotipos sobresalientes dentro de la población. La eficiencia de la selección en masa depende de la precisión con que el fenotipo refleje al genotipo. La selección en masa no ha sido eficaz para mejorar caracteres como el rendimiento. Un problema con este método es que no es posible diferenciar las plantas que son fenotípicamente superiores por el efecto del medio ambiente de las que son superiores por efecto de la herencia. Este método puede utilizarse para mejorar variedades y mantener pureza. Se utiliza en plantas forrajeras, remolacha azucarera, algodón y otros cultivos (Bolaños y Eamadea, 1993)

#### **4.1.7.2.2 Selección de Progenies y Mejoramiento por Líneas**

Las progenies se cultivan en lotes individuales con el objeto de determinar la capacidad de mejoramiento de las plantas seleccionadas. Mediante la prueba de las progenies se puede diferenciar las plantas cuya superioridad se deba a variación genética de aquellas que se deba al medio ambiente. Mediante una progenie de 25 o 50 plantas se puede establecer el grado de variabilidad de cualquier línea. La selección de progenies se puede efectuar más fácilmente en las especies que pueden cosecharse y evaluarse por medio de plantas individuales. Con la selección de progenies, se puede cosechar semilla producida por polinización abierta de plantas seleccionadas o se puede controlar en alguna forma de polinización para obtener semillas procedentes de autofecundación. Debe procurarse mantener el vigor de las especies. Las posibilidades del uso de la consanguinidad pueden estar limitadas en aquellas especies de polinización cruzada que contengan alelos de incompatibilidad y que no producen semilla libremente después de auto polinizarse. En plantas alegamas es más común mezclar un grupo de líneas de la progenie que sean de fenotipo semejante (Fisher y Palmer, 1984).

#### **4.1.7.2.3. Selección recurrente**

Se seleccionan los genotipos superiores y estos genotipos y sus descendencias procedentes de autofecundación se entrecruzan de todas las formas posibles para producir nuevas poblaciones y volver a seleccionar. Este proceso ayuda a mantener la frecuencia génica del material seleccionado. La selección recurrente controla la frecuencia génica en las líneas masculinas y las femeninas. Los genotipos que se utilizan como padres para la generación siguiente en la selección recurrente se escogen mediante la comparación de descendencias o por simple observación. Este método sirve para la obtención de líneas puras que se utilizarán en la

producción de variedades híbridas o como punto de partida para la obtención de genotipos que se utilizarán para formar variedades sintéticas. (Bolaños y Eamades, 1993)

#### **4.1.8. HIBRIDACION**

A medida que progresó el mejoramiento de plantas, la variabilidad existente en las poblaciones de especies de autógamias fue desapareciendo paulatinamente y el mejorador tuvo que crear la variabilidad artificialmente por medio de cruzamientos. Autofecundados los híbridos producidos, se llega a separar un gran número de individuos homocigóticos que tienen diferentes combinaciones de genes procedentes de los padres. Mientras dura el período en que se ha de llegar a la homocigosis por medio de la autofecundación, los mejoradores pueden manejar el material resultante de la hibridación de dos formas distintas, por el método genealógico o por el método masal (Bolaños y Eamades, 1993).

La hibridación es el mejoramiento de cultivos con polinización cruzada y existen dos tipos:

##### **4.1.8.1. Cruzamientos intervarietales e interespecíficos**

Se utilizan entre variedades y entre especies para combinar genes de características deseables existentes en diferentes progenitores, como en las especies de autógamias. En las especies de algamas cada planta puede ser por sí sola un híbrido, por lo cual se presentarán segregaciones dentro de la generación F1. Las plantas híbridas convenientes fenotípicamente, tendrán que someterse a la autofecundación por una o más generaciones para fijar los caracteres deseables en condición homocigótica. En la población híbrida y por selección de progenies se establecen líneas que tienen la combinación de las características deseables de

las variedades progenitoras. Es posible restaurar el vigor mediante formas de cruzamiento entre las líneas seleccionadas (Poehlman, 1984).

#### **4.1.8.2. Utilización del Vigor Híbrido:**

Para su uso se producen poblaciones uniformes de la F1 en tales cantidades que su semilla pueda utilizarse directamente para la siembra. El uso del vigor híbrido requiere de tres pasos: a) Producción de homocigóticas uniformes autofecundadas, b) cruzamiento entre estas líneas en combinaciones que produzcan híbridos uniformes y productivos de cruce simple y c) El cruzamiento entre cruces simples en combinaciones que produzcan híbridos productivos de cruce doble. El híbrido F1 se obtiene por el cruzamiento de líneas autofecundadas por su capacidad para unirse con otras líneas autofecundadas y producir una progenie, híbrida, vigorosa y productiva. La otra forma para producir maíz híbrido involucra el desespigamiento del progenitor hembra, permitiendo la polinización cruzada bajo condiciones de aislamiento. La utilización de la esterilidad masculina citoplásmica ha aumentado la producción de semilla híbrida. (Bolaños y Eamades, 1993)

Las poblaciones obtenidas de cruzamientos híbridos varía según la forma como se combinen los padres, los cruzamientos pueden ser:

- a) simples: Este es el más utilizado para obtener poblaciones segregantes en los programas de mejoramiento de autógamias. Sencillamente consiste en el cruzamiento entre dos progenitores  $P1 \times P2$ .
- b) Cruzamientos dobles: Es el cruzamiento entre dos híbridos que se han originado por cruces simples  $(P1 \times P2) \times (P3 \times P4)$
- c) Cruzamiento triple este cruzamiento se realiza entre un híbrido (resultado de la cruce simple) que luego se cruza con un tercer progenitor.  $(P1 \times P2) \times P3$

- d) Retrocruzamiento: Es el cruce entre un híbrido con uno de sus progenitores (P1 x P2)x P1.
- e) Cruzamientos complejos. Son aquellos cruzamientos en los que se involucran más de cuatro progenitores.

#### **4.1.8.3. Evaluación de híbridos**

Como hemos mencionado, el trabajo de los fitomejoradores es generar nuevos materiales genéticos híbridos, pero su respuesta en el campo solo se puede constatar si se efectúa una evaluación en el campo. Estos trabajos de evaluación consisten en sembrar los híbridos en un diseño experimental en diferentes localidades y posteriormente por análisis estadísticos se identifican aquellos que sean promisorios y que es necesario continuar su estudio para convertirlos en híbridos que pueden ser cultivados por los agricultores (Jugenheimer, 1990)

## **4.2. MARCO REFERENCIAL**

Las características generales del área donde se desarrollara el estudio se describen a continuación:

### **4.2.1. LOCALIZACION**

Los campos del Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, están situados al sur de la capital de Guatemala y de la Ciudad Universitaria zona 12 y según el INSIVUMEH, se localizan geográficamente en las coordenadas: 14°35'11" latitud norte y 90°35'58" longitud oeste, y una altitud media de 1502 msnm.

### **4.2.2. CLIMA Y ZONA DE VIDA**

Según el mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento de la República de Guatemala, a escala 1:600,000; publicado por el Instituto Nacional Forestal, la ciudad de Guatemala se encuentra dentro de la zona de vida: Bosque Húmedo Subtropical Templado (Bh – st) (INAFOR, 1983)

Las condiciones climáticas registradas por INSIVUMEH para el área de estudio son las siguientes:

Precipitación media anual 1,216.2 mm, distribuidos en 110 días, en los meses de mayo a octubre.

Temperatura media anual: 18.3°C.

Humedad relativa (media): 79 %.

Insolación promedio: 6.65 horas/día

#### **4.2.3. SUPERFICIE**

Los campos del CEDA cubren una superficie de 22.38 ha (Cordón, Corado y Perez, 1978).

#### **3.2.4. HIDROLOGÍA**

Según el estudio de aguas subterráneas realizado en Guatemala por el INSIVUMEH, el área de estudio se encuentra dentro de la cuenca del río Michatoya, en la subcuenca del río Villalobos. En Las cuencas que integran el valle de Guatemala, el régimen de las aguas superficiales, por la naturaleza geomorfológico de los cauces y, en particular por las grandes pendientes desarrolladas, es típicamente torrencial. Sin embargo, en las partes bajas del río Michatoya, las formaciones aluviales de poca pendiente dan a las aguas un régimen más tranquilo” (INSIVUMEH, 1978).

Por las condiciones de uso intenso del agua, el río Villalobos y sus afluentes principales del Oeste acusan desde su formación una reducción considerable en sus caudales, principalmente en el verano, llegando prácticamente a desaparecer en la parte baja de su cauce. Durante la época húmeda, la variabilidad de los caudales es mucho más evidente.

La distribución pluvial predominante es de tipo convectivo y orográfico y se da durante seis meses. Las lluvias se manifiestan en forma más o menos decreciente conforme alcanzan una mayor elevación sobre el nivel del mar. La subcuenca del río Villalobos está conformada por varias quebradas, cuyas corrientes principales son : Villalobos, Pinula, Las Minas, Tulujá, El Bosque y Platanitos. (Aragón, 1974)

#### **4.2.5. SUELOS**

Según el mapa mundial de suelos de la FAO/UNESCO (6) citado en el perfil ambiental de Guatemala, los suelos del área de Studio están clasificados dentro de los Cambisoles. Según Simmons, Tarano y Pinto (21), son suelos de la serie Guatemala, que se caracterizan por ser originados de ceniza volcánica pomácea de color claro, que presentan un releve casi plano y un buen drenaje interno, su suelo superficial es de color café muy oscuro, franco arcilloso, friable, de 30 a 50 cm. De espesor, su suelo subsuperficial es de color café amarillento a café rojizo, franco arcilloso, friable, de 50 a 60 cm de espesor. El declive dominante es de 0-2 %m el drenaje a través del suelo es lento, la capacidad de abastecimiento de humedad es muy alta, el peligro de erosión es bajo, la fertilidad natural es alta y el problema especial que presentan en el manejo del suelo es el mantenimiento de la materia orgánica.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 General:**

Conocer el comportamiento agronómico de híbridos de maíz procedente de empresas comerciales y programas de investigación de maíz de diversos países de América Latina.

### **5.2 Específicos.**

Determinar cual o cuales de los híbridos reportan las mejores características agronómicas y de rendimiento.

Evaluar las características agronómicas y el potencial de rendimiento de híbridos experimentales y comerciales en condiciones del CEDA

## **6. HIPOTESIS**

Al menos uno de los 19 híbridos evaluados presentara mejores características agronómicas y de rendimiento que los restantes.

## 7 METODOLOGIA

### 7.1 Tratamientos

Se utilizaron 19 híbridos de maíz blanco y un testigo local, los cuales se detallan en el cuadro 1..

Cuadro 1: Identificación y procedencia de los híbridos evaluados en las condiciones del CEDA, FAUSAC, 2006.

TRATAMIENTO	MATERIAL GENÉTICO	LUGAR DE PROCEDENCIA
1	PLATINO	EI SALVADOR
2	AGRIGUASE RB-03	GUATEMALA
3	ECB-5372	GUATEMALA
4	ECB-5399	GUATEMALA
5	HB-83	GUATEMALA
6	HEBQ05-01	GUATEMALA
7	JC-24	GUATEMALA
8	H-520	MEXICO
9	HE-INIFAP-1	MEXICO
10	PIONEER 30F32	MEXICO
11	PIONEER 30F83	MEXICO
12	PIONEER 30F96	MEXICO
13	MD9975	MEXICO
14	MD9978	MEXICO
15	MC9971	MEXICO
16	SKB-232	VENEZUELA
17	SKB-233	VENEZUELA
18	SKB-504	VENEZUELA
19	DICTA 398	HONDURAS
20	TESTIGO LOCAL	GUATEMALA

Fuente: tomado del documento "Información General Ensayo Regional Híbridos Blancos, ICTA, 2006.

La Información básica de origen de cada material genético, no se encuentra disponible en este momento, debido a que los fitomejoradores que generaron los estos materiales genéticos

no proporcionan los datos del pedigrí de cada uno de ellos en vista que mantienen en secreto su identidad genética, razón por la cual no se tuvo acceso a las misma.

## 7.2 Diseño Experimental:

Para el experimento se utilizó un diseño en bloques completos al azar con 3 repeticiones.

### 7.2.1 Unidad Experimental:

Se sembraron los materiales en parcelas de dos surcos de 5 m de longitud y un distanciamiento de 80 cm entre surcos colocando 3 semillas por punto de siembra y cuarenta centímetros entre cada punto de siembra.. Después de 15 días de la siembra, se realizó un raleo, dejando únicamente 2 plantas por punto de siembra.

BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III
T20R1	T12R2	T17R3
T19R1	T20R2	T12R3
T18R1	T2R2	T11R3
T17R1	T4R2	T7R3
T16R1	T6R2	T16R3
T15R1	T17R2	T3R3
T14R1	T5R2	T6R3
T13R1	T3R2	T18R3
T12R1	T13R2	T1R3
T13R1	T9R2	T29R3
T10R1	T19R2	T13R3
T9R1	T8R2	T5R3
T8R1	T10R2	T10R3
T7R1	T15R2	T2R3
T6R1	T7R2	T9R3
T5R1	T14R2	T15R3
T4R1	T11R2	T14R3
T3R1	T16R2	T19R3
T2R1	T18R2	T8R3
T1R1	T1R2	T4R3

Figura 1. Distribución de los tratamientos en el campo.

## **7.2.2 Manejo del experimento**

Se aplicarán 2 fertilizaciones, una al momento de la siembra con fertilizante 15-15-15 y la segunda un mes antes de la floración aplicando urea. En cuanto al requerimiento hídrico, se aplicará riego cuando se requiera. Los cuidados culturales a realizarse consisten de 2 limpiezas manuales, control de plagas requeridos un y aporque de plantas.

## **7.2.3 Variables a evaluar**

Dentro de las variables se evaluaron tanto las cualitativas como las cuantitativas, que se describen a continuación:

### **7.2.3.1 Variables cualitativas**

- Incidencia de hongos: se anotó el número de plantas del total de la parcela con presencia de hongos con base en la escala siguiente: Se utilizó una escala de 1 a 5, teniendo en cuenta el grado, es decir, 1 indica ausencia de infección y 5 una infección muy severa. Este dato se obtuvo una semana antes de la cosecha
- Incidencia de Virus: Se anotó el número de plantas infectadas y se utilizó la misma escala de 1 a 5, en donde 1 significa ausencia de enfermedad y 5 una infección severa de la planta. Este dato se obtuvo una semana antes de la cosecha.

### **7.2.3.2. Variables cuantitativas**

Numero total de mazorcas por Parcela: Se contó el total de mazorcas que presentaban diferentes grados de pudrición que se obtuvieron en cada parcela. Dato obtenido al momento de la cosecha.

- **Altura de planta en metros:** Se midió desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la inflorescencia masculina utilizando una estadia. Esta variable se anotó al momento de la floración.
- **Altura de Mazorca:** Esta variable se midió en centímetros desde la superficie del suelo hasta el punto en donde se inserta la base de la mazorca en el tallo. Se anotó una semana antes de la cosecha.
- **Peso de 10 mazorcas con tuza (cubierta de la mazorca):** Esta variable se midió en kilogramos y se tomo al momento de la cosecha.
- **Peso de 10 mazorcas sin tuza:** Se retiró la cobertura a las 10 mazorcas y se procedió a registrar los resultados para esta variable. La medición se realizó al momento de la cosecha.
- **Numero de Hileras por Mazorca:** Se tomaron 10 mazorcas al azar, se contó el número de hileras que tenía cada mazorca y se calculó el promedio de esas 10 mazorcas. Estos resultados se obtuvieron al momento de la cosecha
- **Número de granos por Hilera:** A esas mismas 10 mazorcas, se les contó la cantidad de granos que presentaban por hilera y se calculó el promedio para la obtención de el número de granos por hilera. Este dato se obtuvo al momento de la cosecha.
- **Porcentaje de Humedad:** Esta variable se determinó, mediante la utilización de un determinador de Humedad digital Diky John, lo cual garantizó la exactitud de los resultados obtenidos. Este dato se obtuvo al desgranar las mazorcas cosechadas de cada material genético por unidad experimental. Se homogenizo el grano y se obtuvo una muestra, la cual se introdujo en el aparato para la determinación del porcentaje.

- **Peso de 1000 granos de maíz:** Se procedió al desgrane de las 10 mazorcas seleccionadas y se tomaron al azar 1000 granos, los cuales se pesaron con una balanza electrónica. Este dato se registro al momento de la cosecha.
- **Rendimiento en kilogramos Hectárea:** Se anotó el peso del grano obtenido por parcela, el cual se expreso en Kilogramos por Hectárea. Este dato se obtuvo al momento de la cosecha.

#### **7.2.4 Análisis de la Información**

Para las variables cualitativas se realizó un análisis de frecuencia, es decir, con estadística descriptiva para cada una de estas variables

A las variables cuantitativas se les efectuó análisis de varianza, cuando se encontró diferencias significativas, se realizó una prueba de medias de Duncan.

## **8. RESULTADOS Y SU DISCUSION**

A continuación se presentan los resultados obtenidos de las diferentes variables evaluadas en los 19 híbridos de maíz blanco y un testigo local en el Centro Experimental Docente de Agronomía. Primeramente se presentan los resultados en promedio de las variables cualitativas y posteriormente el de las cuantitativas para cada uno de los híbridos evaluados.

### **8.1 Variables Cualitativas**

Los valores de cada una de estas variables se pueden observar en el cuadro 2, nótese que los valores reportados en el cuadro presentan la mayor frecuencia en las tres repeticiones.

#### **8.1.1. Incidencia de hongos**

De los 20 híbridos evaluados únicamente uno de ellos, el identificado como MD9978 presentó ausencia de hongos; cuatro materiales genéticos (Platino, ECB-5372, HB-63 y SKB-504), presentaron una mediana incidencia de hongos y el resto de los materiales (15 en total), presentaron una baja incidencia de hongos. (cuadro No.2 )

#### **8.1.2 Incidencia de Virus**

En cuanto a la incidencia de virus, expresada en porcentaje, 19 híbridos reportaron incidencias menores 25 %, mientras que el híbrido SKB-233, presentó una incidencia del 31%. Sin embargo, consideramos que en términos generales, la incidencia de virus en los materiales evaluados fue baja. La totalidad de los resultados se aprecia en el cuadro número 2:

Cuadro No. 2. Frecuencias para variables cualitativas evaluadas

No. de Tratamiento	Material Genético	Incidencia de Hongos (Escala de 1-5)	Incidencia de virus (%)
1	Platino	3	24
2	Agriguase RB-03	2	21
3	ECB-5372	3	20
4	ECB-5399	2	19
5	HB-83	3	21
6	HEBQ05-01	2	11
7	JC-24	2	11
8	H-520	2	10
9	HE-INIFAP-1	2	10
10	PIONEER 30F32	2	23
11	PIONEER 30F32	2	20
12	PIONEER 30F96	2	24
13	MD9975	2	23
14	MD9978	1	22
15	MC9971	2	10
16	SKB-232	2	19
17	SKB-233	2	31
18	SKB-504	3	24
19	DICTA 398	2	16
20	TESTIGO LOCAL	2	9

## 8.2. Variables Cuantitativas

Dentro de las variables cuantitativas evaluadas se encuentran, Altura de Planta, Altura de Mazorca, peso de mazorca con tuza, peso de mazorca sin tuza, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, diámetro de raquis central u olote, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, porcentaje de humedad, numero de mazorcas por parcela, peso de 1000 granos y el Rendimiento de cada híbrido en kg/Ha, variable que reviste la mayor importancia dentro de la presente investigación. Ver Cuadro 3.

**Cuadro 3. Resumen de resultados de las variables cuantitativas evaluadas.**

No. de Tratamiento	Material Genético	Altura de Plantas (mt) **	Altura de Mazorca (cm) **	Peso de mazorca con tuza (kg) <sup>NS</sup>	Peso de mazorca sin tuza (kg)	Longitud de mazorca cms.**	Diámetro de Mazorca cms**	Diámetro de Orote cms.**	Peso 1000 granos grs.**	Rendimiento Kg/Ha **
1	Platino	1.64	59.53	8.5	6.7	16	4.8	4.6	357.2	1888.8
2	Agriguase RB-03	1.73	77.77	9.6	6.8	15.33	5.2	4.7	294.74	2359.2
3	ECB-5372	1.68	70.23	8.4	6.4	17.11	5.2	4.4	284.14	3156.1
4	ECB-5399	1.8	75.5	8.2	6.4	14.47	6.5	5	316.33	4705.6
5	HB-83	1.81	77.7	9.4	7.03	15.45	5.2	4.5	324.94	2938.6
6	HEBQ05-01	1.6	57.5	9	6.1	19	5	4.1	348.62	3904.8
7	JC-24	1.71	65.43	11	8.01	17.3	5.8	4.9	348.66	5451.6
8	H-520	1.73	66.7	8.1	6.4	15.53	5.2	4.1	317.95	2888.7
9	HE-INIFAP-1	1.63	60.5	9	6.7	16.7	5.8	4.7	305.95	2587.5
10	PIONEER 30F32	1.57	57.9	9.2	7	17.53	5.9	4.6	369.63	3025.4
11	PIONEER 30F83	1.41	42.53	7.3	5.7	15.87	4.8	4.5	353.62	2140.1
12	PIONEER 30F96	1.5	53.13	9.5	7.3	17.33	5.5	4.5	332.79	1382.6
13	MD9975	1.61	59.9	10.5	8	15.13	6	5.2	331.62	2659.8
14	MD9978	1.29	38.57	5.7	4.1	14.8	5.8	4.7	298.1	2111.2
15	MC9971	1.34	49.63	8.03	6.5	15.32	5.6	5.4	289.4	2826.5
16	SKB-232	1.26	42.3	6	4.2	14.8	5.2	4.1	322.33	1148.9
17	SKB-233	1.3	47.77	5	3.4	13.7		3.8	245.53	871
18	SKB-504	1.5	51.5	6.1	4.6	16.43	6.1	4	315.6	2733.5
19	DICTA 398	1.54	56.27	8.2	6.2	15.5	5	5.5	299.19	1619.8
20	TESTIGO LOCAL	1.57	57.27	6.1	4.5	14.57	5.2	4.1	306.1	2416.3

### 8.2.1. Altura de Planta en metros

El análisis de varianza practicado para esta variable, reportó diferencias altamente significativas, por lo que se procedió a hacer el análisis de la prueba de medias de Duncan. Se determinó que los híbridos HB-83 y ECB- 5399, reportaron los valores de altura mayores (1.80 m para ambos). Con una altura intermedia, se reportan los siguientes híbridos: Agriguase H-

520, JC-24, ECB-5372, Platino,- HE-INFAP-1, MD 9975, HEBQ05-01, Testigo Local, PIONEER 30F32, DICTA 398, PIONEER 30F96, SKB-504, PIONEER 30F83, MC9971Y SKB 233( con valores de 1.73m a 1.34m). Los híbridos que presentaron menor altura fueron: MD9978 Y SKB232, con valores de frecuencia de 1.29 y 1.26 metros. Los resultados se aprecian en el cuadro No.4:

Cuadro 4 . Prueba de medias de Duncan para la variable Altura de planta en (mts,)

Grupo Duncan	Media	N TRAT
A	1.8060	3 HB_83
A	1.8033	3 ECB_5399
B	1.7327	3 Agri
B	1.7300	3 H_520
B	1.7100	3 JC_24
C	1.6840	3 ECB_5372
C	1.6387	3 Platino
C	1.6320	3 HE_INIFA
D	1.6070	3 MD9975
D	1.5997	3 HEBQ05_0
E	1.5727	3 TESTIGO
E	1.5720	3 PF32
F	1.5387	3 DICTA398
F	1.5047	3 P96
F	1.4980	3 SKB_504
F	1.4107	3 PF83
F	1.3417	3 MC9971
F	1.2987	3 SKB_233
F	1.2867	3 MD9978
F	1.2583	3 SKB-232

### 8.2.2 Altura de Mazorca en centímetros:

Para esta variable se obtuvieron diferencias altamente significativas entre los híbridos evaluados, siendo los resultados los siguientes: Para mayor altura de de mazorca: Agriguase, HB-83 y ECB-5399. Con altura de mazorca intermedia encontramos los híbridos ECB-5372, H-520, JC-24, HEINIFAP-1, MD9975, PLATINO, PIONEER-30F32, HEBQ05-1, TESTIGO LOCAL, DICTA 398, PIONEES 30F96, SKB-504, MC9971, SKB-233. Los híbridos con menor altura de mazorca fueron PIONEER 30F83, SKB- 232 y MD9978, con valores de 70.2 a 42.3 cm. Los resultados se detallan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Prueba de medias de Duncan para la variable Altura de Mazorca en cm.

Gupo Duncan	Media	N Tratamiento
A	77.767	3 Agri
A	77.700	3 HB_83
A	75.500	3 ECB_5399
B	70.233	3 ECB_5372
B	66.700	3 H_520
C	65.433	3 JC_24
D	60.500	3 HE_INIFA
E	59.900	3 MD9975
E	59.533	3 Platino
E	57.900	3 PF32
E	57.500	3 HEBQ05_0
E	57.267	3 TESTIGO
E	56.267	3 DICTA398
E	53.133	3 P96
E	51.500	3 SKB_504
E	49.633	3 MC9971
E	47.767	3 SKB_233
E	42.533	3 PF83
E	42.300	3 SKB_232

### **8.2.3. Número de Mazorcas por Parcela**

Para esta variable, no existieron diferencias significativas, por lo que no se presenta prueba de medias. Únicamente se obtuvieron frecuencias de promedios, las cuales se presentan en el cuadro 3. Sin embargo el ANDEVA nos indica que los materiales genéticos se comportaron en forma similar para esta variable. Los resultados para esta variable pueden apreciarse en los cuadros generales de toma de datos de campo que aparecen en los anexos correspondientes.

### **8.2.4. Peso de Mazorca con Brácteas protectoras (cubierta o tuza)**

Los resultados del análisis de varianza para esta variable reporta diferencias significativas, por lo tanto los valores reportados son diferentes para los materiales genéticos, los que oscilaron entre 11 y 4.8 kg por parcela, destacando el mayor valor para esta variable el híbrido JC-24, seguido por el híbrido MD-9975, con 10.5 kg. El resto de los híbridos reportaron valores más bajos que los anteriores.

Cuadro 6. Prueba de medias de Duncan para la variable Peso de Mazorca con Tuza en kg.

Grupo Duncan	Media	N	Tratamiento
A	11.000	3 7	JC-24
B	10.500	3 13	MD9975
C	9.567	3 2	AGRIGUASE
C	9.500	3 12	PIONEER 30F96
C	9.400	3 5	HB-83
C	9.167	3 10	PIONEER 30F32
C	8.967	3 9	HE-INIFAP-1
C	8.933	3 6	HEBQ05-01
C	8.467	3 1	PLATINO
C	8.400	3 3	ECB-5372
C	8.200	3 4	ECB-5399
C	8.167	3 19	DICTA 398
C	8.133	3 8	H-520
C	8.033	3 15	MC9971
C	7.300	3 11	PIONEER 30F83
C	6.067	3 18	SKB-504
C	6.067	3 20	TESTIGO LOCAL
C	5.967	3 16	SKB-232
C	5.667	3 14	MD9978
C	4.833	3 17	SKB-233

### 8.2.7. Peso de Mazorca sin Brácteas Protectoras (cubierta o tuza)

Los resultados del análisis de varianza para esta variable, reporta diferencias significativas, siendo el híbrido que presentó el mayor peso el JC-24 con un valor de 11 kg. Los restantes materiales presentan valores que van de 10.5 kg hasta 5.67 kg. El híbrido que presentó el menor peso de mazorca sin tuza es el SKB-233 con un valor de 4.8 kg. Los resultados para esta variable se aprecian a continuación:

Cuadro 7. Prueba de medias de Duncan para la Variable Peso de Mazorca sin Bracteas Protectoras (Cobertura o Tuza) en Kg.

Grupo Duncan	Media	N	Tratamiento
A	8.067	3	JC-24
A	7.967	3	MD9975
B	7.333	3	PIONEER 30F96
B	7.033	3	HB-83
B	6.933	3	PIONEER 30F32
B	6.767	3	AGRIGUASE
B	6.700	3	PLATINO
B	6.667	3	HE-INIFAP-1
B	6.500	3	MC9971
B	6.433	3	ECB5399
B	6.400	3	H-520
B	6.400	3	ECB-5372
B	6.200	3	DICTA 398
B	6.133	3	HEBQ05-01
B	5.700	3	PIONEER 30F83
B	4.567	3	SKB-504
B	4.500	3	TESTIGO LOCAL
B	4.200	3	SKB-232
B	4.100	3	ME9978
B	3.367	3	SKB-233

### 8.2.6. Longitud de Mazorca en Centímetros

Los resultados del Análisis de varianza para esta variable también reportó diferencias altamente significativas, siendo los resultados los siguientes: Con la mayor longitud de mazorca tenemos el híbrido HEBQ05-01, con un valor de 19 cm. Se determinó que con longitud intermedia reencuentran los Híbridos: PIONEER 30F32, PIONEER 30F96, JC-24, ECB-5372, HE-INIFAP05-01, SKB-504, PLATINO, PIONEER 30F83, H-520, DICTA 398, HB-83, AGRIGUASE, MC9971, MD9975, MD9978 y SKB-232., los cuales variaron en un rango de 17.5 cm a 15.3 cm. Los menores valores los obtuvieron los híbridos siguientes: Testigo Local, ECB-5399 y SKB233.

Cuadro 8. Prueba de medias de Duncan para la Variable Longitud de Mazorca en cm.

Grupo Duncan	Media	N Tratamiento
A	19.0000	3 HEBQ05_0
B	17.5333	3 PF32
C	17.3333	3 P96
C	17.3000	3 JC_24
C	17.1167	3 ECB_5372
D	16.7000	3 HE_INIFA
E	16.4333	3 SKB_504
F	16.0000	3 Platino
G	15.8667	3 PF83
H	15.5333	3 H_520
H	15.5000	3 DICTA398
H	15.4667	3 HB_83
H	15.3333	3 Agri
H	15.3167	3 MC9971
H	15.1333	3 MD9975
H	14.8000	3 MD9978
H	14.8000	3 SKB_232
I	14.5667	3 TESTIGO
I	14.4667	3 ECB_5399

### 8.2.7. Diámetro de Mazorca en Centímetros

Para esta variable se obtuvieron diferencias altamente significativas, siendo los resultados los siguientes: El material con mayor diámetro de mazorca fue el híbrido ECB-5399 con 6.52 cm. Con valores intermedios se encuentren los siguientes híbridos. PIONEER 30F32, PIONEER 30F96, JC-24, ECB-5372, HE-INIFAP-1, SKB-504, PLATINO, PIONEER 30F83, H-520, DICTA 398, HB.83, AGRIGUASE, MC9971, MD9975, MD9978, SKB-232, los valores variaron de 6.052 a 4.8 cm. Los híbridos con menor diámetro fueron: DICTA 398, PIONEER 30F83 Y PLATINO.

Cuadro 9. Prueba de medias de Duncan para la Variable Diámetro de Mazorca en cm.

Grupo Duncan	Media	N Tratamiento
A	6.523	3 ECB_5399
B	6.052	3 SKB_504
C	5.912	3 MD9975
C	5.852	3 PF32
D	5.472	3 MD9978
D	5.846	3 Agri
D	5.833	3 JC_24
D	5.800	3 HE_INIFA
D	5.567	3 MC9971
D	5.533	3 P96
E	5.183	3 HB_83
E	5.198	3 SKB_232
E	5.183	3 H_520
E	5.166	3 ECB_5372
E	5.033	3 TESTIGO
F	5.028	3 HEBQ05_0
F	5.013	3 DICTA398
F	4.898	3 PF83
F	4.752	3 Platino

### 8.2.8 Número de hileras por mazorca

Para la presente variable, los resultados reporto diferencias significativas entre los híbridos evaluados. En la prueba de medias de Duncan se obtuvieron los siguientes resultados: Para el mayor número de hileras por mazorca los híbridos con mejor comportamiento son el MC 9971 con 16 hileras por mazorca y el Pioneer 30F32 con 16 hileras. Los híbridos con menor número de hileras son el MD 9978 con 11 hileras y el SKB-233 con 13 hileras por mazorca. Los restantes híbridos presentaron valores intermedios.

Cuadro 10. Prueba de medias de Duncan Para la variable Número de Hileras por Mazorca.

Grupo Duncan	Media	N	Tratamiento
A	16.6667	3	T15 MC-9971
B	16.0000	3	T10 PIONEER 30F72
B	16.0000	3	T8 H-520
C	15.3333	3	T12 PIONEER 30F96
D	15.0000	3	T4 MD9978
D	15.0000	3	T5 MC9971
D	14.6667	3	T3 ECB-5372
D	14.6667	3	T2 AGRIGUASE
D	14.3333	3	T6 HEBQO5-01
D	14.3333	3	T11 PIONEER 30F83
D	14.3333	3	T18 SKB-504
D	14.3333	3	T16 SKB-232
D	14.3333	3	T9 HE-INIFAP05.01
D	14.0000	3	T20 TESTIGO LOCAL
D	14.0000	3	T19 DICTA 398
D	13.6667	3	T13 MD9975
D	13.6667	3	T7 JC-24
D	13.3333	3	T1 PLATINO
D	13.0000	3	T17 SKB-233
E	10.6667	3	T14

### 8.2.9. Numero de Granos por Hilera

Para esta variable, se reportó diferencia significativa en la prueba de medias. Se determinó que los híbridos que reportaron los valores mas altos fueron el JC 24 con 41 granos por hilera y el PLATINO con 37 granos por hilera. Con los valores menores para esta variable se reportaron los híbridos SKB-233 con 27 granos por hilera y el HB-83 con 30 granos por hilera. Los restantes híbridos presentaron valores intermedios.

Cuadro 11. Prueba de medias de Duncan para la variable Número de Granos Por Hilera.

Grupo Duncan	Media	N	Tratamiento
A	40.667	3 T7	JC-24
B	37.000	3 T1	PLATINO
B	35.667	3 T11	PIONEER 30F83
B	35.333	3 T6	HEBQ05-01
B	35.000	3 T3	ECB-5372
C	34.333	3 T12	PIONEER 30F96
C	33.333	3 T2	AGRIGUASE
C	33.000	3 T18	SKB-504
C	32.667	3 T13	MD9975
C	32.667	3 T16	SKB-232
C	32.667	3 T9	HE-INIFAP-1
C	32.333	3 T10	PIONEER 30F72
C	32.000	3 T4	ECB-5399
C	32.000	3 T8	H-520
C	32.000	3 T20	TESTIGO LOCAL
C	30.333	3 T15	MC9971
C	30.333	3 T14	MD9978
C	30.000	3 T19	Dicta 398
C	30.000	3 T5	HB-83
C	27.000	3 T17	SKB-233

### 8.2.10. Porcentaje de Humedad:

El análisis de varianza practicado para esta variable, también reporto diferencias altamente significativas en la prueba de Duncan realizada. Se determinó que los híbridos que presentan los valores más altas para porcentaje de humedad son el Testigo local con 34% y el ECB-5372 con 32 %. Los valores más bajos correspondieron a MD 9978 con 27 % y a HB- 83 con 27%. Los restantes híbridos presentaron valores intermedios.

Cuadro12. Prueba de medias de Duncan para la Variable Porcentaje de Humedad:

Grupo Duncan	Media	N	Tratamiento
A	33.667	3 T20	TESTIGO LOCAL
B	32.000	3 T3	ECB-5372
C	30.667	3 T4	ECB-5399
C	30.667	3 T6	HEBQ05-01
C	30.667	3 T17	SKB-233
C	30.667	3 T13	MD9975
C	30.000	3 T12	PIONEER 30F96
C	30.000	3 T15	MC9971
C	29.667	3 T10	PIONEER 30F32
C	29.667	3 T7	JC-24
C	29.000	3 T2	AGRIGUASE
C	28.667	3 T16	SKB-232
C	28.333	3 T18	SKB-504
C	28.000	3 T11	PIONEER 30F83
C	28.000	3 T9	HE-INIFAP-1
C	27.667	3 T19	DICTA 398
C	27.667	3 T1	PLATINO
C	27.667	3 T8	H-520
C	27.333	3 T5	HB-83
C	26.667	3 T14	MD9978

### 8.2.11. Diámetro del Raquis Central (Conocido como Olote)

Para esta variable, el análisis de varianza reportó diferencias significativas, en la prueba de medias de Duncan, se obtuvieron los siguientes resultados: Para el mayor diámetro de olote corresponde al híbrido DICTA 398 (5.45 cm). Los valores intermedios corresponden a los híbridos MC 9971, MD9975, ECB-5399, JC-24, HE-INIFAP-1, ME9978, AGRIGUASE, PLATINO, PIONEER30F32, HB-83, PIONEER 30F83, PIONEER 30F96, ECB-5372. Los valores menores para diámetro de mazorca se reportaron para los híbridos H-520, SKB-232, HEBQ05-01, TESTIGO LOCAL, SKB-504 y SKB-233.

Cuadro 13. Prueba de medias de Duncan para la Variable Diámetro del Raquis Central u olote en cm.

Grupo Duncan	Media	N	Tratamiento
A	5.4521	3	DICTA398
B	5.3667	3	MC9971
C	5.2457	3	MD9975
C	4.9852	3	ECB_5399
D	4.8752	3	JC_24
E	4.7333	3	HE_INIFA
F	4.7000	3	MD9978
F	4.6677	3	Agri
F	4.6430	3	Platino
G	4.6156	3	PF32
H	4.5000	3	HB_83
H	4.4667	3	PF83
H	4.4667	3	P96
H	4.4000	3	ECB_5372
I	4.1000	3	H_520
I	4.1000	3	SKB_232
I	4.0667	3	HEBQ05_0
I	4.0667	3	TESTIGO
I	3.9656	3	SKB_504

### 8.2.12. Peso de 1000 granos en Granos.

También se reportan diferencias altamente significativas para esta variable, habiéndose obtenido los siguientes resultados: El híbrido que reporto mayor peso en 1000 granos fue PIONEER 30F32 con 369.63 gramos. Con valores de peso intermedios se reportan los híbridos PLATINO, PIONEER 30F83, JC-24, HEBQ05-01, PIONEER30F96, MD 9975, HB-83, SKB-232, H-520, ECB-5399, SKB-504, TESTIGO LOCAL, HE-INIFAP-1, DICTA 398, MD9978, AGRIGUASE, ME9971, ECB-5372. Con el valor de peso menor se reporto el híbrido SKB-232.

Cuadro 14. Prueba de medias de Duncan para la Variable Peso de 1000 granos en gramos.

Grupo Duncan	Media	N Tratamiento
A	369.633	3 PF32
B	357.203	3 Platino
B	353.617	3 PF83
C	348.617	3 JC_24
C	342.807	3 HEBQ05_0
D	332.793	3 P96
D	331.617	3 MD9975
E	324.943	3 HB_83
F	322.327	3 SKB_232
F	317.947	3 H_520
F	316.327	3 ECB_5399
F	315.360	3 SKB_504
G	306.093	3 TESTIGO
G	305.950	3 HE_INIFA
H	299.187	3 DICTA398
I	298.100	3 MD9978
I	294.743	3 Agri
J	289.400	3 MC9971
J	284.140	3 ECB_5372

### 8.2.13. Rendimiento en Kilogramos por Hectárea

Esta es la variable que reviste mayor importancia en la actual investigación. El análisis de varianza también reporta diferencias altamente significativas. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: Para el híbrido con valor de producción más alto se tiene JC-24, con 5,451.6 kilogramos por hectárea. Con valores de producción intermedios se tienen 14 materiales que presentaron rendimientos entre 4705.6l y 1888.8 kg / Ha. El material que reportó la menor producción por hectárea es SKB-232, con un rendimiento de 1248.3 Kg/Ha..

Cuadro 115. Prueba de medias de Duncan para la variable Rendimiento en Kg/Ha al 15% de humedad

Grupo Duncan	Media	N	Tratamiento
A	5451.6	3	JC_24
B	4705.6	3	ECB_5399
C	3904.8	3	HEBQ05_0
D	3156.1	3	ECB_5372
E	3025.4	3	PF32
F	2938.6	3	HB_83
F	2888.7	3	H_520
G	2826.5	3	MC9971
H	2733.5	3	SKB_504
H	2659.8	3	MD9975
H	2587.5	3	HE_INIFA
I	2416.3	3	TESTIGO
I	2359.2	3	Agri
j	2140.1	3	PF83
J	2111.2	3	MD9978
K	1888.8	3	Platino
L	1619.8	3	DICTA398
M	1382.6	3	P96
N	1148.9	3	SKB_232

## 9- CONCLUSIONES

1. Mediante esta investigación se han descrito las principales características agronómicas de los 19 híbridos latinoamericanos evaluados y un testigo local, bajo las condiciones climáticas de Centro Experimental Docente Productivo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
2. Con relación a las variables cualitativas: incidencia de hongos, de los 20 híbridos evaluados únicamente uno de ellos, el identificado como MD9978 procedente de México no presentó incidencia de hongos. En cuanto a las variables incidencia de virus, expresada en porcentaje, 19 híbridos reportaron incidencia menor al 25 % y el híbrido SKB-233 procedente de Venezuela, presentó una incidencia del 31%.
3. En cuanto a las variables cuantitativas, cabe mencionar que el número de hileras por mazorca, el mayor valor fue reportado por los híbridos MC 9971 y Pioneer 30F32, ambos procedentes de México los que reportaron 16 hileras por mazorca. Adicionalmente, el Pioneer 30F32 fue el híbrido que reportó el mayor valor para la variable peso de 1000 granos, reportando 369.63 gramos.
4. Para la variable rendimiento en kilogramos por hectárea se identificaron los híbridos JC-24, ECB-5399 Y HEBQ05-01, generados en Guatemala, con rendimientos de 5,451.6, 4,705.6 y 3,904.8 kilogramos por hectárea. Por lo que con esta evaluación se comprobó la superioridad de estos materiales genéticos guatemaltecos en el rendimiento en kilogramos por hectárea de grano bajo las condiciones del CEDA en la Facultad de Agronomía de la USAC.

## 10. RECOMENDACIONES

1. Mediante esta investigación se han descrito las principales características agronómicas de los 19 híbridos latinoamericanos evaluados y un testigo local, bajo las condiciones climáticas de Centro Experimental Docente Productivo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
2. Con relación a las variables cualitativas: incidencia de hongos, de los 20 híbridos evaluados únicamente uno de ellos, el identificado como MD9978 procedente de México no presentó incidencia de hongos. En cuanto a las variables incidencia de virus, expresada en porcentaje, 19 híbridos reportaron incidencia menor al 25 % y el híbrido SKB-233 procedente de Venezuela, presentó una incidencia del 31%.
3. En cuanto a las variables cuantitativas, cabe mencionar que el número de hileras por mazorca, el mayor valor fue reportado por los híbridos MC 9971 y Pioneer 30F32, ambos procedentes de México los que reportaron 16 hileras por mazorca. Adicionalmente, el Pioneer 30F32 fue el híbrido que reportó el mayor valor para la variable peso de 1000 granos, reportando 369.63 gramos.
4. Para la variable rendimiento en kilogramos por hectárea se identificaron los híbridos JC-24, ECB-5399 Y HEBQ05-01, generados en Guatemala, con rendimientos de 5,451.6, 4,705.6 y 3,904.8 kilogramos por hectárea. Por lo que con esta evaluación se comprobó la superioridad de estos materiales genéticos guatemaltecos en el rendimiento en kilogramos por hectárea de grano bajo las condiciones del CEDA en la Facultad de Agronomía de la USAC.

## 11. BIBLIOGRAFIA

1. Aragón, V. 1974. Aprovechamientos agrícolas potenciales de la cuenca del río Villalobos hasta la desembocadura en el lago de Amatitlán. Tesis Ing.Agr. Guatemala, USAC, FAUSAC. 136 p.
2. Bolaños, J; Edmeadea G, . 1993. A eight cycles of selection for drought lowlands tropicals maize: I. responses in grain yield, biomass and radiation utilization; field crops res. México, CIMMYT. 252 p.
3. Bolaños, R. 2007. Alimento, industria o biodiésel. Prensa Libre, Guatemala, Guatemala. Mayo 14:16.
4. Collado, C. 1982. Evaluación de rendimiento y adaptación de híbridos y variedades de maíz en los municipios de Nueva Concepción y Tiquisate. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, FAUSAC. 44 p.
5. Cordón, E; Corado, E; Pérez, F. 1987. Levantamiento planialtimétrico de los campos del Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía. Problema Especial. Guatemala, USAC, FAUSAC. 47 p.
6. FAO, IT. 1966. Guía para la descripción de perfiles de suelos. Roma, Italia. 70 p.
7. Fisher, K; Palmera, A. 1984. Tropical maize in P.R. Goldworthy and Fisher (eds). US, The Physiology Tropical Field Crops / John Wiley. p. 213-284.
8. Fuentes, M. 2002. Informe preliminar sobre la fenología en los maíces del Altiplano. Guatemala, ICTA. s.p. (Sin publicar).
9. Gear, J; Fraguio, M; Eyherabide, G; Pigretti, E. 2006. El futuro del maíz: biocombustibles y alimentación. Argentina. Consultado 2 jun 2008. Disponible en [www.ecoportal.net](http://www.ecoportal.net)
10. Heysey, P; Eamadea, G, . 1999. Maize in drought-stressed environments: technical options and research allocation. *In* World maize fests and tends. México, CIMMIYT. 68 p.
11. ICTA (Instituto Ciencia de Tecnología Agrícolas, GT). 2001. Informe técnico sub-programa de maíz. Guatemala. s.p.
12. INAFOR (Instituto Nacional Forestal, GT). 1983. Mapa de zonas de vida de la república de Guatemala a nivel reconocimiento. Guatemala. Esc. 1:600,000. 4 h.
13. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2004. IV censo nacional agropecuario. Guatemala. 1 CD.

14. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 1978. Estudio de aguas subterráneas en Guatemala: informe final. Guatemala. 303 p.
15. Jugenheimer, R. 1990. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. 4 ed. México, Limusa. 834 p.
16. Laffitte, H. 1994. Identificación de problemas en la producción de maíz tropical: guía de campo. México, CIMMYT. 122 p.
17. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 1998. Producción y comercialización de los granos básicos: situación actual y estrategia futura. Guatemala. 25 p.
18. Mangelsdorf, PC; Reeves, RG. 1948. El origen del maíz indio y sus congéneres. 3 ed. Guatemala, Tipografía Nacional. 377 p.
19. Paliwall, R. 1982. El maíz en los trópicos: mejoramiento y consumo. México, FAO. 234 p.
20. Poehlman, J. 1984. El maíz: su cultivo y aprovechamiento de las cosechas. México, Ciencia y Técnica. 132 p.
21. Simmons, CH; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
22. Wan Ho, M. 2007. Biocombustibles no pueden sustituir a los combustibles fósiles en todos sus usos. Argentina. Consultado 2 jun 2008. Disponible en [www.ecoportel.net](http://www.ecoportel.net)

## **12. ANEXOS**

## ANEXO 1. CUADRO DE RESULTADOS RECOLECTADOS EN LA EVALUACION DE 19 HIBRIDOS DE MAIZ BLANCO

Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA)

Facultad de Agronomía-USAC

## BLOQUE I

No.	Material Genético	No. De Parcela	No. De Plantas/Parcela	Altura de Plantas (mt.)	Altura de Mazorca (cm)	Incidencia de Hongo (escala de 1-5)	Incidencia de Virus (Escala de 1-5)	Peso de 10 mazorcas con tuza (kg)	Peso de 10 mazorcas sin tuza (kg)	No. De Mazorcas Podridas/ Parcela	No. Mazorcas totales/Parcela	Longitud de mazorca cms.	No. Hileras por Mazorca	No. Granos por Hilera	Diámetro de Mazorca cms.	Diámetro de Ojote cms.	% Humedad	Peso 1000 granos grs	Peso de Parcela kgs.	Rendimiento en Kg / Ha
1	Platino	101	35	1.7	61.9	1	27	9	7	1	35	16.7	14	38	6.4	4.2	27	352	2	2149
2	Agriguase RB-03	102	51	1.7	72.3	3	35	11	8	1	48	15.6	14	35	6.4	4.2	29	299	3	2500
3	ECB-5372	103	35	1.6	67.2	4	25	9	7	3	36	17.0	15	35	5.9	4.6	30	286	3	3025
4	ECB-5399	104	38	1.7	69.8	2	25	10	4	3	42	14.2	15	36	6.2	4.5	31	318	5	4691
5	HB-83	105	34	1.9	89.4	1	12	8	6	4	43	15.8	15	29	5.6	3.5	27	323	3	2851
6	HEBQ05-01	106	28	1.4	41.5	2	13	6	4	0	30	19.1	14	37	5.3	3.4	32	343	4	3901
7	JC-24	107	42	1.6	71.2	2	11	9	7	1	42	17.5	14	41	6.5	4.5	30	348	6	5393
8	H-520	108	37	1.4	58.0	2	20	7	5	3	40	15.6	16	32	5.4	4.6	28	317	3	2877
9	HE-INIFAP-1	109	42	1.5	56.2	1	11	11	9	1	43	16.6	14	33	6	4.5	28	299	3	2412
10	PIONEER 30F32	110	42	1.4	52.2	1	32	8	7	4	40	17.4	16	32	6	4.8	30	370	3	3025
11	PIONEER 30F32	111	40	1.5	52.7	2	11	10	9	2	41	16.0	15	37	4	2.1	28	345	2	1684
12	PIONEER 30F96	112	49	1.6	64.4	2	26	12	10	3	48	18.0	16	38	6.2	4.5	30	329	1	1398
13	MD9975	113	45	1.6	63.2	2	27	12	9	2	46	16.4	14	33	6.2	3.8	31	333	3	2718
14	MD9978	114	43	1.2	35.9	2	31	8	6	2	44	14.6	10	31	6	4	26	298	2	2123
15	MC9971	115	45	1.3	48.7	2	25	9	8	0	45	15.8	17	30	6.4	4.5	30	291	3	2911
16	SKB-232	116	44	1.3	48.4	2	42	9	7	4	46	14.9	15	29	6	4	30	321	1	1131
17	SKB-233	117	42	1.3	50.0	2	32	8	6	2	46	13.9	13	27	5	3.5	31	246	1	859.3
18	SKB-504	118	42	1.4	49.5	2	18	6	4	2	41	16.5	14	33	6	4.2	28	315	3	2719
19	DICTA 398	119	48	1.4	54.2	2	27	10	8	3	51	15.6	14	30	5.6	3.2	27	298	2	1614
20	TESTIGO LOCAL	120	25	1.5	51.7	2	9	4	3	1	26	14.6	14	32	5.3	3	34	307	3	2472

ANEXO 2. CUADRO DE RESULTADOS RECOLECTADOS EN LA EVALUACION DE 19 HIBRIDOS DE MAIZ BLANCO  
 Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA)  
 Facultad de Agronomía-USAC

## BLOQUE II

No.	Material Genético	No de Parcela	No. De Plantas/Parcela	Altura de Planta (mt)	Altura de Mazorca (mt)	Incidencia de Hongo (Escala de 1-5)	Incidencia de virus (Escala de 1-5)	Peso 10 mazorcas con tuza (kg)	Peso 10 Mazorcas sin tuza (kg)	No. De Mazorcas Podridas	Mazorcas Totales/Parcela	Longitud de mazorca cms.	No. Hileras por Mazorca	No. Granos por Hilera	Diámetro de Mazorca cms.	Diámetro de Olote cms	% Humedad	Peso 1000 granos grs.	Peso de Parcela kgs	Rendimiento en Kg / Ha
1	Platino	201	39	1.7	46.3	2	3	9.3	7	0	38	14.9	12	37	6.5	9.2	29	365.9	1.5	1316
2	Agriguase RB-03	202	48	2.1	102.3	3	2	9.8	7	1	44	15.2	14	30	6	4.1	29	292.1	2.6	2280
3	ECB-5372	203	53	1.6	76.5	2	9	10	8	1	49	17.3	14	35	6	4.1	35	283.3	3.7	3243
4	ECB-5399	204	45	2.1	84.8	1	6	11	9	0	55	14.4	15	30	6.6	4.3	31	316.3	5.5	4822
5	HB-83	205	48	1.8	77.0	3	10	8.5	6	1	48	16.0	14	30	6	4.3	25	326.2	3.4	2383
6	HEBQ05-01	206	50	1.8	77.6	2	3	10	7	4	59	18.5	14	38	5.3	3.6	31	341.1	4.4	3858
7	JC-24	207	57	1.8	64.9	2	9	13	10	1	59	17.5	13	41	5.6	2.7	31	348.8	6.3	5480
8	H-520	208	38	1.8	68.5	3	24	8.3	7	3	38	15.2	16	33	5.6	3	26	318.7	3.3	2895
9	HE-INIFAP-1	209	45	1.6	56.0	3	12	6.9	5	2	41	16.6	14	32	6.5	4.2	26	299.7	2.8	2456
10	PIONEER 30F32	210	30	1.7	50.6	1	2	8.4	6	0	36	17.4	16	33	6.6	4.2	29	370	3.5	3069
11	PIONEER 30F32	211	41	1.4	38.5	1	7	9.4	7	2	47	15.8	12	38	5.8	4.6	26	344	1.9	1667
12	PIONEER 30F96	212	49	1.5	49.1	2	17	9.2	7	3	44	18.0	16	29	6	4.4	31	329.1	1.5	1315
13	MD9975	213	50	1.7	63.7	2	7	12	9	4	54	13.1	13	33	5.9	3.2	30	332.2	3	2631
14	MD9978	214	40	1.4	40.1	2	11	7.1	5	3	40	14.8	10	30	6.3	4	25	297.1	2.4	2106
15	MC9971	215	38	1.3	45.6	2	19	7.3	6	1	39	15.0	17	31	6.3	4.1	30	290.9	3.3	2850
16	SKB-232	216	11	1.1	25.5	2	9	1.6	1	1	11	14.7	14	39	5.9	3.6	28	322.7	1.3	1140
17	SKB-233	217	38	1.2	40.6	4	7	2.5	2	5	30	13.3	13	27	4.6	3.2	31	245.6	0.9	789
18	SKB-504	218	37	1.4	39.5	2	12	5.1	3	6	33	16.2	14	33	5.9	3.8	28	312.9	3	2631
19	DICTA 398	219	20	1.5	46.4	2	9	4.1	3	1	23	15.3	14	30	5.5	3.6	28	300.2	1.8	1588
20	TESTIGO LOCAL	220	28	1.7	62.5	2	8	7.4	6	0	34	14.5	14	32	5.6	2.7	35	306.1	2.8	2454

**ANEXO 3. CUADRO DE RESULTADOS RECOLECTADOS EN LA EVALUACION DE 19 HIBRIDOS DE MAIZ BLANCO**  
**Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA)**

**Facultad de Agronomía-USAC**

**BLOQUE III**

No.	Material Genético	No. De Parcela	No. De plantas	Altura de Plantas (cm)	Altura de Mazorca (cm)	Incidencia de Hongo (Escala de 1-5)	Incidencia de Virus Escala de 1-5)	Peso 10 mazorcas con tuza (kg)	Peso 10 Mazorcas sin Tuza (kg)	Mazorcas Podridas	Mazorcas Totales/Parcela	Longitud de mazorca cms.	No. Hileras por Mazorca	No. Granos por Hilera	Diámetro de Mazorca cms	Diámetro de Olote cms.	% Humedad	Peso 1000 granos grs.	Peso de Parcela kgs	Rendimiento en Kg / Ha
1	Platino	301	43	1.5	70.4	3	9	7.2	6	1	41	17	14	38	6.5	4.2	27	354.1	2.5	2202
2	Agriguase RB-03	302	47	1.5	58.7	2	13	7.9	5	1	51	15	16	32	6.5	4.2	29	293.5	2.6	2298
3	ECB-5372	303	41	1.8	67.0	2	3	6.1	4	2	30	17	15	35	6.1	4.7	31	282.7	3.7	3200
4	ECB-5399	304	42	1.7	71.9	2	7	8	6	1	38	15	15	30	6.4	4.6	30	314.3	5.3	4604
5	HB-83	305	53	1.7	66.7	2	2	12	9	2	63	15	16	31	5.8	3.7	30	325.4	3.4	2982
6	HEBQ05-01	306	40	1.6	53.4	2	6	11	7	3	43	19	15	37	5.5	6.4	29	344.1	4.5	3955
7	JC-24	307	47	1.7	60.2	2	3	11	7	0	51	17	14	40	6.3	4.3	28	349.5	6.3	5482
8	H-520	308	44	2.0	73.6	3	10	8.9	7	1	41	16	16	31	5.6	4.7	29	318.6	3.3	2894
9	HE-INIFAP-1	309	42	1.8	69.3	2	3	8.8	6	2	40	17	15	33	6.2	4.6	30	319.3	3.3	2894
10	PIONEER 30F32	310	45	1.7	70.9	2	5	11	8	2	47	18	16	32	6.1	4.8	30	369.3	3.4	2682
11	PIONEER 30F32	311	15	1.3	36.4	4	3	3	2	1	19	16	16	32	4.6	2.2	30	371.7	3.5	3069
12	PIONEER 30F96	312	46	1.4	45.9	2	7	7.3	6	1	47	16	14	36	6.3	4.4	29	340.2	1.8	1535
13	MD9975	313	43	1.6	52.8	2	3	7.8	5	3	49	16	14	32	6.2	3.7	31	329.7	3	2631
14	MD9978	314	14	1.2	39.7	2	4	2.2	2	0	13	15	12	30	6.4	4.1	29	299.1	2.4	2105
15	MC9971	315	36	1.4	54.6	2	3	7.9	6	1	39	15	16	30	6.4	4.5	30	286.3	3.1	2718
16	SKB-232	316	42	1.4	53.0	2	1	7.1	5	0	58	15	14	30	6.2	4.1	28	323.7	1.3	1175
17	SKB-233	317	41	1.3	52.7	3	3	4	2	3	43	14	13	27	5.4	6.5	30	244.9	1.1	965
18	SKB-504	318	42	1.7	65.5	2	5	7.4	6	3	41	17	15	33	6.3	4.2	29	318.2	3.3	2850
19	DICTA 398	319	48	1.7	68.2	2	4	11	8	0	51	16	14	30	5.6	3.2	28	299.1	1.9	1658
20	TESTIGO LOCAL	320	34	1.5	57.6	2	4	7.1	5	2	44	15	14	32	5.4	3.2	32	305.1	2.7	2323

