

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIAS AGRONOMICAS**



**EL CULTIVO DEL MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LA REGIÓN SIERRA  
DE CHIAPAS**

**POR:**

**YEYMI RODRÍGUEZ GONZÁLEZ**

**MONOGRAFIA**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIAS AGRONOMICAS



EL CULTIVO DEL MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LA REGIÓN SIERRA  
DE CHIAPAS

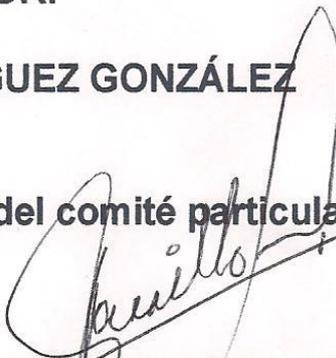
MONOGRAFIA

POR:

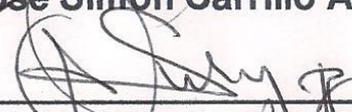
YEYMI RODRÍGUEZ GONZÁLEZ

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría

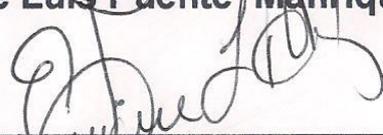
ASESOR PRINCIPAL:

  
M.C. José Simón Carrillo Amaya

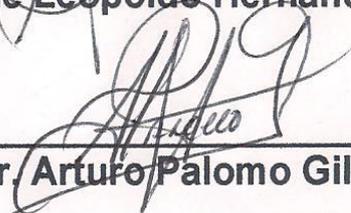
ASESOR:

  
Dr. José Luis Puente Manríquez

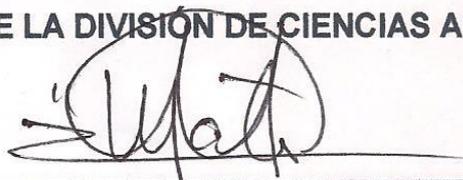
ASESOR:

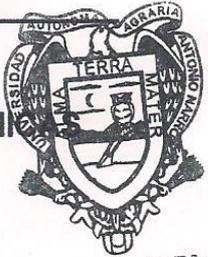
  
Ing. Enrique Leopoldo Hernández Torres

ASESOR:

  
Dr. Arturo Palomo Gil.

COORDINACION DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONOMICAS

  
M.C. Víctor Martínez Cueto

  
Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIAS AGRONOMICAS**

**EL CULTIVO DEL MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LA REGIÓN SIERRA  
DE CHIAPAS**

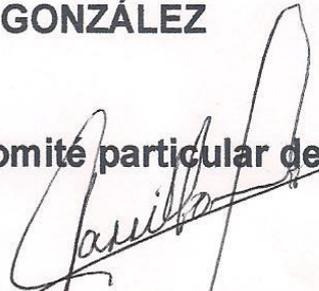
**MONOGRAFIA**

**POR:**

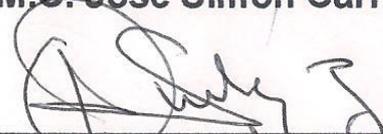
**YEYMI RODRÍGUEZ GONZÁLEZ**

**Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría**

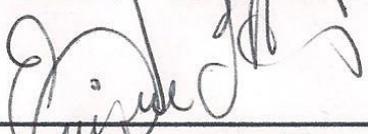
**PRESIDENTE DE JURADO:**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. José Simón Carrillo Amaya**

**VOCAL:**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. José Luis Puente Manríquez**

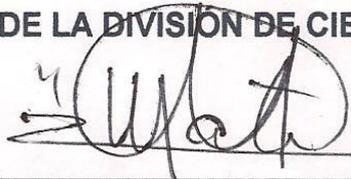
**VOCAL:**

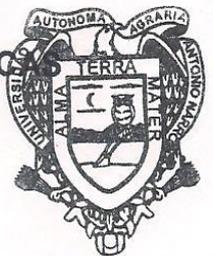
  
\_\_\_\_\_  
**Ing. Enrique Leopoldo Hernández Torres**

**VOCAL SUPLENTE:**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Arturo Palomo Gil.**

**COORDINACION DE LA DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. Víctor Martínez Cueto**



**Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas**

**Torreón, Coahuila, México**

**Noviembre 2010**

## **DEDICATORIAS**

### **A mis padres**

Agradezco infinitamente por haberme dado la vida por su comprensión , cariño, consejos y amor que me han brindado siempre; por enseñarme a seguir adelante para ser una persona triunfadora y no dejarse vencer por los problemas que obstaculizan el camino del éxito.

Mil gracias por todos los sacrificios y esfuerzos que han hecho por mí, sin importarles todo lo que han sufrido por darme la educación y sobre todo por tenerlos a mi lado.

### **A mis hermanos**

Con mucho cariño y con todo respeto y admiración que se merecen, gracias por darme todo su apoyo, cariño y comprensión en el transcurso de mi carrera, sus consejos brindados durante mi formación profesional, muchas gracias hermanos los quiero mucho.

### **A mis sobrinos**

Dailith y a los gemelos por todo el cariño y alegría que me han brindado y compartido en todo este tiempo.

### **A mi abuela y tíos**

Por la sabiduría y el cariño inolvidable que me brindaron a ellos y a mis tíos gracias por su apoyo y sus consejos.

### **A mis amigos**

A ellos porque siempre estuvieron apoyándome en el transcurso de esta etapa de nuestra vida y todas las personas que me supieron dar un consejo y me dieron ánimos para concluir mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios sobre todas las cosas le doy las gracias por haberme dado la vida, por estar conmigo en todos los momentos, por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida.

A mis padres por haberme dado todo su apoyo y que siempre estuvieron conmigo en el transcurso de mi carrera en las buenas y en las malas y que jamás me han dejado de apoyar, los llevo en mi corazón.

A mis hermanos les agradezco todo el apoyo incondicional y sus apoyos que me brindaron durante mi carrera, gracias hermanos.

A la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por darme la oportunidad de culminar mis estudios.

A todos mis profesores por transmitirme la sabiduría y conocimientos que me compartieron a lo largo de mi carrera.

A mi asesor de tesis José Simón Carrillo Amaya gracias por brindarme la oportunidad de trabajar con en este trabajo de monografía.

También quiero agradecer a mi novia nydia Elizabeth Jiménez Nava, por su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera profesional, por sus consejos y comprensión. Gracias por ser parte de mi vida y que a pesar de los obstáculos de la vida, hemos podido salir adelante. “te quiero mucho”. También dedico este trabajo a mi Hijo Marco Rodrigo Rodríguez Jiménez, que viene a este mundo dentro de poco tiempo, con mucho amor y cariño.

## RESUMEN

El maíz es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen y es la única especie cultivada de este género. Los principales países productores en el mundo son EEUU (43%) y China (18%), seguidos por Brasil (6%), México (3%) y Argentina (3%). El maíz tiene importancia en todo el mundo. Su uso puede estar destinado para consumo humano, animal o para la obtención de subproductos como harinas, etanol. Dado que el grano es básico en la alimentación humana y sin embargo dada la importancia del cultivo los niveles de producción son bajos en zonas rurales, debido a la falta de tecnología de producción y además la calidad nutricional del grano, por lo que existe la factibilidad no solo de incrementar los niveles de producción, sino de mejorar la calidad nutricional del grano.

En la Región Sierra, se localiza el Municipio de la Grandeza, Chiapas, es una zona en donde las condiciones ambientales tales como el viento, la lluvia, llegan a afectar la producción de maíz, dejando pérdidas en la producción. Esto ocurre generalmente en los meses de Octubre y Noviembre que son las temporadas de lluvia y coincide cuando el cultivo de maíz se encuentra en estado de grano lechoso. Para esto es importante valorar la riqueza genética con que se cuenta a nivel local, sin dejar de considerar que existen materiales mejorados que pueden ser introducidos y tratar de adaptarlos a los sistemas locales de producción. En el presente trabajo se investigó información concisa y explícita para que ésta esté disponible a cualquier productor o técnico y lea las alternativas de solución a problemas de acame, días a cosecha, producción, etc. problema que se podría mejorar mediante un mejoramiento de variedades criollas de la región sierra de Chiapas, en donde se recomienda utilizar el germoplasma de maíz de esta región ya que el material genético está debidamente adaptado. Para ello es importante llevar a cabo los procedimientos tal como aquí se señalan, esto sería de gran beneficio como mejorar la calidad y cantidad de grano, plantas con más vigor, tolerancia a insectos, plagas, enfermedades y acame.

**Palabras clave: Maíz, Selección, Rendimiento, Acame.**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Paginas
DEDICATORIAS.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN.....	iii
I.INTRODUCCIÓN.....	1-14
II.OBJETIVOS.....	15
III.METAS.....	15
CAPITULO IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	16-19
4.1 Difusión del maíz.....	19
4.2 EL CULTIVO DEL MAÍZ.....	19
4.2.1 Preparación del terreno.....	19
4.2.2 Variedades.....	20
4.2.3 Época de siembra.....	20
4.2.4 Método y densidad de siembra.....	20
4.2.5 Fertilización.....	21
4.2.6 Riegos.....	21-22
4.2.7 Labores de cultivo.....	22
4.2.8 Plagas.....	22-23
4.2.9 Medidas de control.....	23-24
4.2.10 Cosecha.....	25
4.2.11 Conservación de grano.....	26
4.3 FECHAS DE SIEMBRA.....	26-27
4.4 CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS Y TAXONOMICAS DEL MAÍZ.....	28-31
4.5. CARACTERISTICAS DE LA PLANTA DE MAIZ.....	31

<b>4.5.1 Plantas con tolerancia al acame.....</b>	<b>31-33</b>
<b>4.5.2 Plantas con tolerancia a insectos.....</b>	<b>33-34</b>
<b>4.5.3 plantas con tolerancia a enfermedades.....</b>	<b>34-35</b>
<b>4.6. EL CULTÍVO DE MAÍZ EN LA REGIÓN SIERRA DE CHIAPAS.....</b>	<b>36</b>
<b>4.6.1 Preparación del terreno.....</b>	<b>36</b>
<b>4.6.2 Siembra.....</b>	<b>36</b>
<b>4.6.3 Profundidad de siembra.....</b>	<b>36-37</b>
<b>4.6.4 Siembra manual.....</b>	<b>37</b>
<b>4.6.5 Densidad de siembra y espaciamento.....</b>	<b>37</b>
<b>4.6.6 Fertilización.....</b>	<b>37</b>
<b>4.6.7 Control de la maleza.....</b>	<b>38</b>
<b>4.6.8 Control de plagas y enfermedades.....</b>	<b>38</b>
<b>4.6.9 Cosecha.....</b>	<b>38</b>
<b>4.7 MEJORAMIENTO GENETICO DEL MAÍZ DE POLINIZACIÓN LIBRE.....</b>	<b>38-39</b>
<b>4.7.1 Selección de semilla de variedad criolla de maíz.....</b>	<b>39</b>
<b>4.7.2 Tipos de maíz que se cultivan en los países en desarrollo.....</b>	<b>39-40</b>
<b>4.7.3 Variedades de polinización libre.....</b>	<b>40-44</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>45</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>46-49</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS

### Figuras

1.- Comercio internacional del maíz.....	2
2. Flujo de comercialización internacional del maíz.....	3
3. Concentración geografía de mercados.....	5
4. Métodos de procesamiento del grano.....	9
5. Origen del maíz a partir del teocintle.....	16
6. Modelos probables para el origen del maíz.....	17
7. Características morfológicas del tripsacum.....	18
8. Raíz.....	29
9. Tallo.....	29
10. Hojas.....	30
11. Inflorescencia masculina y femenina.....	30
12. Semilla.....	31
13. Espora germinada creciendo sobre una célula vegetal.....	35
14. Mecanismos de defensa de la planta.....	35
15. Mazorcas seleccionadas para mantenimiento de la variedad.....	42

### Cuadros

1.- Principales países productores de maíz.....	2
2. Toneladas de maíz producido por los principales países.....	2

<b>3. Principales países consumidores de maíz.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Demanda de maíz.....</b>	<b>5</b>
<b>5. Principales variables de producción de grano en el año 1990-2003.....</b>	<b>6</b>
<b>6. Producción nacional.....</b>	<b>7</b>
<b>7. Producción de maíz en el estado de Chiapas.....</b>	<b>10</b>
<b>8. Valor de la producción de maíz de Chiapas.....</b>	<b>10</b>
<b>9. Producción de maíz por regiones del estado de Chiapas.....</b>	<b>11</b>
<b>10. Superficie sembrada en Chiapas.....</b>	<b>11</b>
<b>11. Superficie cosechada en Chiapas.....</b>	<b>12</b>
<b>12. Calendario de riego en la Comarca Lagunera.....</b>	<b>21</b>
<b>13. Control químico de las principales plagas de maíz.....</b>	<b>23-25</b>
<b>14. Tipos de maíz que se cultivan en los países en desarrollo.....</b>	<b>39</b>
<b>15. Características de la planta a seleccionar para el mejoramiento de maíz criollo.....</b>	<b>42</b>

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen. Pertenece a la familia de las Poáceas (Gramíneas), tribu Maydeas, y es la única especie cultivada de este género. Otras especies del género *Zea*, comúnmente llamadas teosinte y las especies del género *Tripsacum* conocidas como arrocillo o maicillo son formas salvajes parientes de *Zea mays*. Son clasificadas como del *Nuevo Mundo* porque su centro de origen está en América. Beadle. G.W. (1978).

El teosinte y el *Tripsacum* son ambos importantes como posibles fuentes de características deseables para el mejoramiento del maíz. El *Tripsacum* no tiene un valor económico directo mientras que el teosinte tiene algún valor como fuente de forraje. Beadle G.W. (1978).

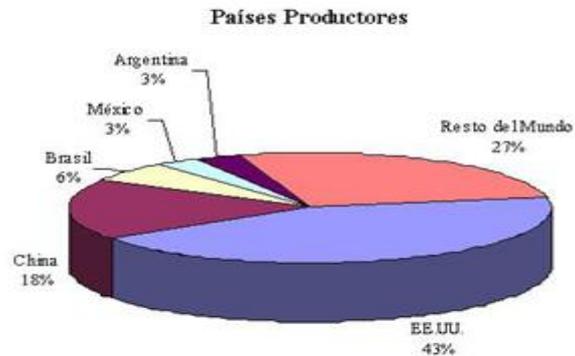
Wilkes HG. (1977). El maíz no crece en forma salvaje y no puede sobrevivir en la naturaleza, siendo completamente dependiente de los cuidados del hombre, el maíz es una de las especies cultivadas más productivas. Es una planta C4 con una alta tasa de actividad fotosintética. Es de gran importancia económica ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales. La diversidad de los ambientes bajo los cuales es cultivado el maíz es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo.

La mayor parte del maíz es cultivado a altitudes medias, pero se cultiva también desde el nivel del mar hasta los 2850 msnm. Más aún, el cultivo continúa a expandirse a nuevas áreas y a nuevos ambientes. Wilkes HG. (1977).

Todos estos indicadores hacen que el maíz sea un cultivo que debe ser debidamente explotado en zonas rurales y obtener mayores incrementos de producción de alimentos humanos y animales. El maíz no ha alcanzado aún el límite de difusión en los ambientes productivos y es el momento oportuno para aprovechar su alto potencial de producción. SAGARPA, (2004).

## Producción Mundial

Los principales países productores en el mundo son EEUU (43%) y China (18%), seguidos por Brasil (6%), México (3%) y Argentina (3%). Entre EEUU y China producen el 61% de maíz del mundo. FAO (2004).



País	99-00	00-01	01-02	02-03	03-04
EE._UU.	239,549	251,854	241,485	228,805	298,233
China	128,086	106,000	114,088	121,300	131,860
Brasil	31,641	41,536	35,501	40,500	41,947
México	19.240	17.920	20.400	17.000	20.000
Argentina	16,781	15,365	15,000	15,040	13,000

Fuente: FAO (2004).

Un elemento importante para explicar el aumento en volúmenes de la producción mundial del maíz, principalmente en los países desarrollados, es la utilización de semillas mejoradas, el alto grado de mecanización del campo y el uso de semillas transgénicas, que han favorecido aumentos constantes en la producción con menores costos, y dan como resultado una ventaja comparativa frente a otros países productores. Hibon, A. et al (1993).

La tasa media de crecimiento de la producción anual de maíz de los ciclos 1995 – 1996 al 2002 – 2003 en los principales países productores. FAO (2004).

EEUU: 2.8%

China: 1.1%

Brasil: 3.2%

México: 0.6%

Argentina: 8.7%

## Exportaciones

Los principales exportadores de maíz en el mundo son Estados Unidos con 47 millones de toneladas, quien determina principalmente el flujo de las operaciones, Argentina con 14 millones de toneladas y China con 8 millones de toneladas (2004), donde la Tasa Media de Crecimiento Anual en las exportaciones para éstos países del ciclo 95/96 al 02/03 ha sido para Estados Unidos de 1.6%, Argentina de 8.1% y China con un importante 73.7 %. ASERCA, (2005).

## Importaciones

SAGARPA, (2003). Los principales países que importan maíz son Japón, Corea del Sur, Taiwán y México con 7 millones de toneladas en el año 2004. La Tasa Media de Crecimiento Anual en las importaciones de Maíz del ciclo 95/96 al 02/03 de los principales países compradores de maíz ha sido: Japón 0.4%, Corea del Sur 0.8%, Taiwán -3.4% y México 1.3%. De acuerdo al flujo de importaciones realizadas por nuestro país en los últimos años, se observa que se demanda cada vez mayores volúmenes grano, dichas compras se realizan bajo las normas del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) y son destinadas a satisfacer los volúmenes y calidades que demanda la industria, particularmente la almidonera, la de alimentos balanceados y la de aceites comestibles.



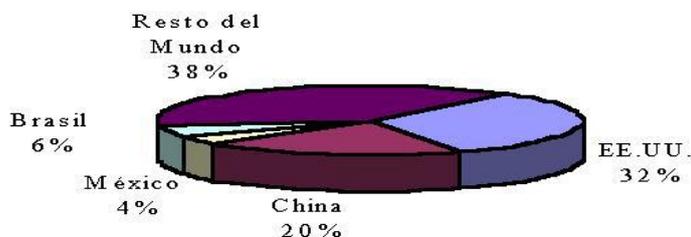
Fira, (2003)

## Consumo

El mayor consumo seguirá siendo el uso alimenticio en ganadería principalmente, teniendo aumentos importantes y para consumo humano. Los principales consumidores de Maíz son: EEUU, China, Brasil y México.

Estos países consumieron el 61.2% en promedio de la producción mundial desde el ciclo 95/96 al 02/03. En el caso de México, nuestro país consume el 3.9% del total mundial. SAGARPA, (2003).

### Principales Consumidores



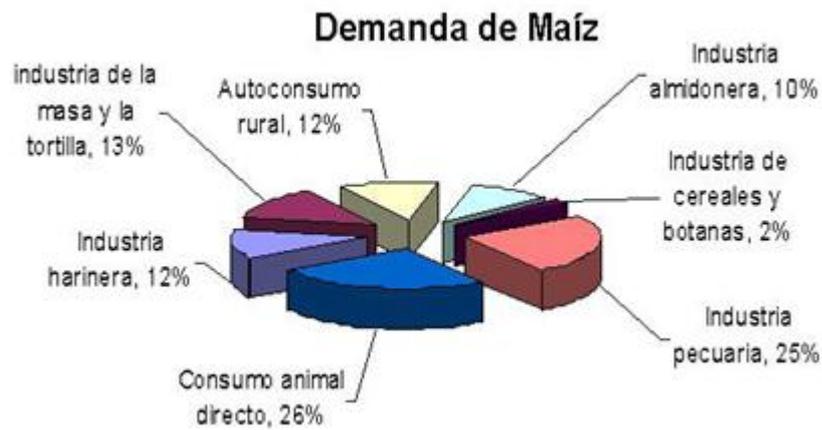
FIRA, (2003)

FIRA, (2003). La producción mundial de maíz blanco es relativamente baja, ya que ha promediado en los últimos 8 años los 73 millones de toneladas, volumen bajo comparado con los 600 millones de toneladas de maíz amarillo a nivel mundial.

FIRA, (2003). El consumo de este cultivo presenta un comportamiento creciente entre el 2000 y 2003 una Tasa Media de Crecimiento Anual de dicho consumo de 1.82%. Se espera un crecimiento moderado de la superficie cosechada para los próximos años, así como de los rendimientos unitarios, debido principalmente a la tecnificación y utilización de semillas mejoradas. La tendencia en EEUU es consumir maíz para la alimentación humana y como materia prima para la fabricación de productos biodegradables plásticos, bebidas, empaques, neumáticos, etanol utilizado para mezclas de combustibles.

### Producción de Maíz a Nivel Nacional

FIRA, (2003) .El maíz es el cultivo más importante para México, aproximadamente la mitad de la superficie cultivable se destina a este cereal. La rentabilidad del cultivo esta soportada en la comercialización y el precio establecida por el gobierno. La demanda de Maíz en México se estima de 25.7 millones de toneladas



FIRA, (2003).

Los diferentes destinos del grano de acuerdo a su consumo tienden a ubicarse en diferentes mercados geográficos del país. La industria de la harina de maíz se concentra en el centro y occidente de la república, en la zona del Golfo de México, península de Yucatán y Chiapas. La industria de alimentos pecuarios está localizada en las regiones ganaderas del Noreste, Veracruz y la península de Yucatán, en el caso de la industria del almidón, esta se localiza en el Occidente y Centro del país, no obstante que la industria de la masa y la tortilla se reparte por todo México. Sagarpa, 2004.

El mayor número de establecimientos de este tipo se localiza en las áreas de mayor densidad poblacional como son las regiones de centro y occidente. SAGARPA,( 2004).

#### Concentración geográfica de Mercados



SAGARPA,(2003).

Jorge A. et al, (2002). El 50% de la demanda que existe en México corresponde a Maíz amarillo, aunque el 97% de maíz cosechado en México es maíz blanco. El déficit de maíz amarillo de México es de 5.4 millones de toneladas (2002), 6.4 mil. Ton. (2003), que como ya se menciono anteriormente es importado de los EEUU. Entre 1980 y el 2000 existía una superficie sembrada de 16.3 millones de hectáreas, de las cuales 8.3 millones (51%) fueron cultivadas con maíz para grano. En el 2001, 2002 y 2003, se produjeron 17.9 millones de toneladas, con un índice de siniestralidad en el mismo periodo de 13.2% La TMCA es de -11.37%.

PRINCIPALES VARIABLES DE MAIZ GRANO  
AÑO AGRÍCOLA  
1990-2003

CONCEPTO	1990	1993	1996	1999	2000	2001	2002	2003 <sup>ed</sup>	TMAC 1990/2003
SUPERFICIE SEMBRADA (Miles de hectáreas)	7 918	8 248	8 639	8 496	8 445	8 397	8 269	8 366	0.8
SUPERFICIE COSECHADA (Miles de hectáreas)	7 339	7 428	8 051	7 163	7 131	7 811	7 117	8 341	1.8
PRODUCCIÓN (Miles de toneladas)	14 635	18 125	18 024	17 706	17 557	20 134	19 291	21 105	5.4
RENDIMIENTO (Toneladas / hectárea)	1.994	2.440	2.230	2.472	2.462	2.578	2.710	2.530	3.5

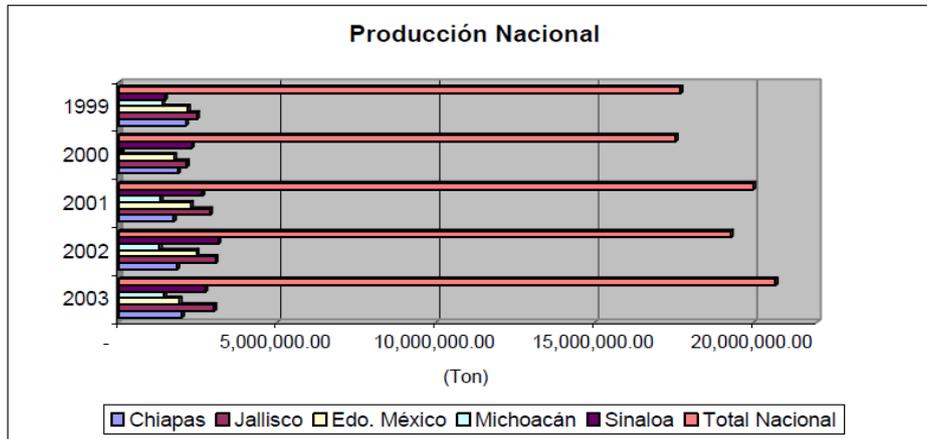
FAO, (2004).

La producción de éste grano es cíclica, donde predomina el volumen producido en el ciclo Primavera – Verano, bajo la modalidad de temporal, contribuyendo en promedio al 81% de la producción , y el porcentaje restante lo tiene el ciclo Otoño – Invierno (Sinaloa principalmente). FAO, (2004).

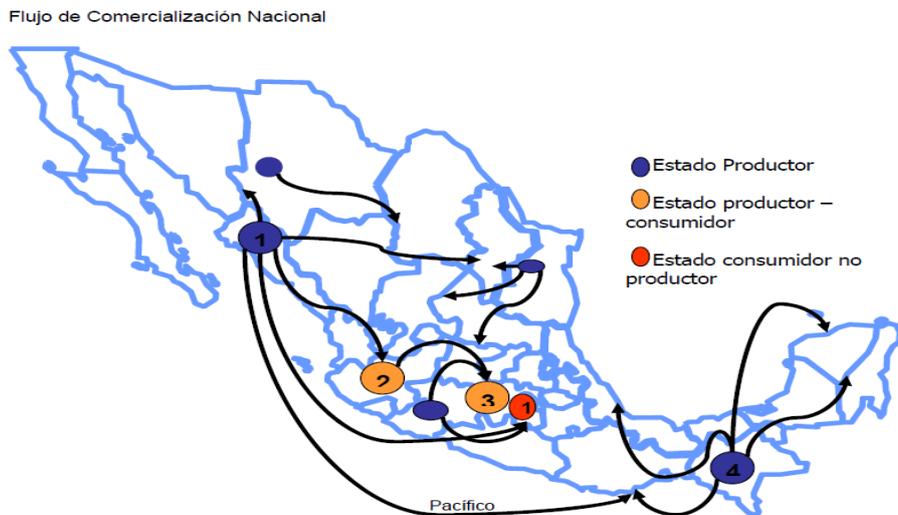
El rendimiento unitario promedio de los últimos años es de 2.42 toneladas por hectárea, inferior a las promedio mundial de 4.2 ton/ha y mucho menor a las 8.8 toneladas promedio por hectárea que tiene EE.UU. nuestro principal competidor. Existe gran cantidad de intermediarios que repercute en la rentabilidad. FAO, (2004).

### Principales Estados Productores

Los principales estados productores son: Jalisco (13.1%), Sinaloa (12%), Edo. de México (11.4%), Chiapas (9.6%), Michoacán (6.6%).



SAGARPA, (2003).



SAGARPA, (2003).

### Sistemas de Producción y Comercialización

INFOASERCA, (2004). Tomando como base lo escrito anteriormente, podemos afirmar que en nuestro país existen básicamente dos sistemas de producción:

**a).**- La Agricultura de autoconsumo, basado en el uso intensivo de mano de obra familiar de origen rural, y que tiene como principal prioridad garantizar el abastecimiento de maíz para el consumo familiar durante todo el año, por lo que sólo los excedentes son vendidos.

Los estados donde prevalece este tipo de sistema son Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla, Oaxaca, Veracruz y Yucatán.

Los agricultores que trabajan bajo este sistema, más que buscar altos rendimientos buscan maíz que les permita obtener tortilla de buena calidad, o que respondan a sus hábitos culturales y alimenticios.

b).Producción orientada al mercado, donde la característica principal es el uso intensivo del capital, tecnología escala de producción, integración a los mercados y uso de semilla mejoradas.

Las entidades que destacan por este tipo de sistema son Sinaloa, Sonora, Jalisco, Tamaulipas y la región del Bajío. Comercialización Se pueden identificar tres fases de la comercialización del grano:

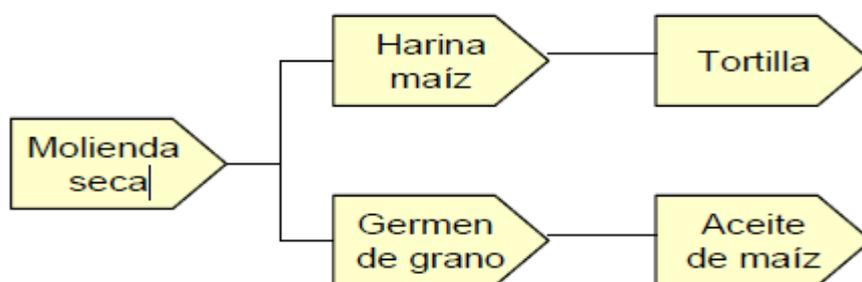
a).- La primaria, donde los productores nacionales venden el grano a los grandes intermediarios privados, compradores locales y regionales de menor tamaño.

b).- Intermedia, donde el maíz se comercializa como insumo industrial; se ofrece el grano a grandes intermediarios privados del mercado primario, y la demanda más importante proviene de los molinos de nixtamal, así como de los productores de harina de maíz. También incluye la demanda de otras industrias que transforman el grano, como la productora de almidones, cereales, aceites y frituras, y la de alimentos balanceados.

c).- Mercado final, donde se encuentran los productos derivados como tortilla, harina, almidones, cereales, aceite, frituras, y alimentos balanceados.

La tortilla es el producto de maíz más importante, debido a su volumen de producción, ventas y el consumo mayoritario en la población.

En la industrialización de maíz se utilizan dos métodos de procesamiento del grano: molienda seca y molienda húmeda. A través del primer proceso se obtiene la harina de maíz, y el germen de grano, del cual se extrae el aceite. En la molienda húmeda, se obtiene almidón, aceite y subproductos para alimento animal (gluten, harina de gluten y tortas de germen). ASERCA, 2004



ASERCA, (2004).

### Usos Alternativos del Maíz

ASERCA, (2004). Por medio de la hidrólisis del almidón se obtiene una gran variedad de productos como la glucosa, dextrosa monohidratada, jarabes ricos en fructosa, fructosa, almidones modificados, etc., los que son utilizados en industrias como la alimentaria, refresquera, farmacéutica, textil, minera, adhesiva, etc. El mercado de la tortilla en México representa alrededor de 9 millones de toneladas anuales, donde se estima que la industria harinera tiene alrededor de 67% de participación.

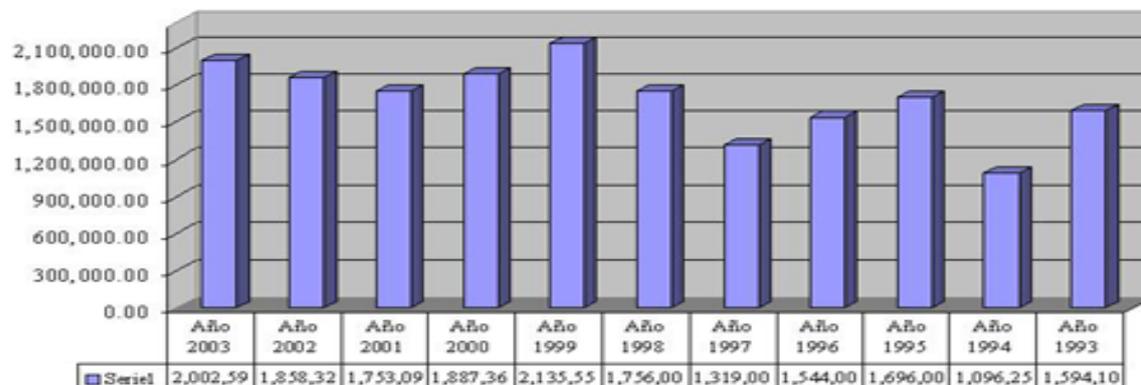
Del total de maíz procesado en el país, la industria alimentaria consume cerca del 40%, la industria textil el 20% y la farmacéutica y de pegamentos el 40% restante. En la industria farmacéutica, el 95% del contenido de aspirinas, cápsulas o comprimidos es almidón proveniente del maíz. Así mismo, las plantas procesadoras de maíz en México producen también derivados para el sector pecuario; en las empresas de almidones y fructosa, este rubro ocupa entre el 12 y 14% del total que transforman, mientras que en las que producen harina o aceite de maíz, este monto representa entre el 3 y 7%. ASERCA, (2004). Los fabricantes de alimentos balanceados, utilizados en el sector pecuario, se interesan particularmente en el contenido de proteína, de aceite y de ácidos grasos, así como la cantidad de aminoácidos del maíz; prefiriendo por esto el maíz amarillo, que agrega calorías a sus productos. ASERCA, (2004).

### Producción de Maíz en el Estado de Chiapas

SAGARPA, (2003). El cultivo de maíz es una de las actividades más importantes para la sobrevivencia de la población rural, puesto que a partir de este grano se conforma su dieta.

El estado de Chiapas ocupa el 4º lugar en producción de maíz, con el 9.6% de participación en México. SAGARPA, (2003).

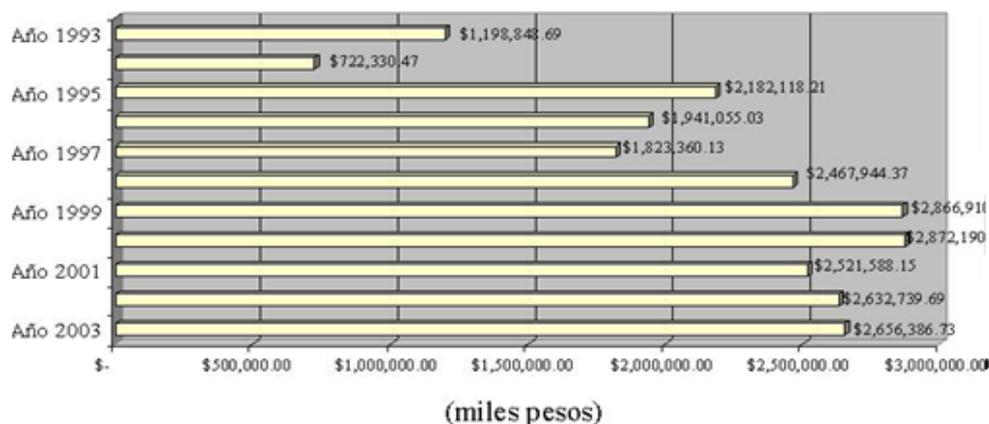
**Producción Estatal 2003 -1993**  
(Ton)



SAGARPA, (2003).

El máximo histórico de los últimos 10 años se presenta en el año 1999, donde se obtuvo una producción de 2. 135 millones de toneladas. Obteniendo en este periodo una producción promedio de 1.695 millones de toneladas. SAGARPA, (2003).

**Valor de la Producción Estatal**



SAGARPA, (2003).

### Superficie Sembrada y Cosechada

La temporada en la cual se siembra la mayor parte de las hectáreas es en el ciclo Primavera – Verano, bajo la modalidad de temporal, en donde se siembra aproximadamente un 88% de la superficie para este grano, con más de 800,000 ha. Sembradas en promedio, a excepción de los años '93 y '94 en donde se sembraron aproximadamente 650, 000 ha. SAGARPA, (2000).

La modalidad de riego representa sólo entre el 1 y 2 % de la superficie total de las hectáreas sembradas. Bajo la modalidad de riego, tanto en el ciclo otoño - invierno y primavera - verano se cosecha casi al 100% el total de superficie sembrada. Mientras que en la modalidad de Temporal esto baja un pequeño porcentaje, representado entre el 86 y 99%. SAGARPA, (2000).

### Producción por Regiones de Chiapas

Año 1999 – 2003

<b><i>Distrito agropecuario de Chiapas</i></b>	<b>1999 (Ton)</b>	<b>2000 (Ton)</b>	<b>2001 (Ton)</b>	<b>2002 (Ton)</b>	<b>2003 (Ton)</b>
Tuxtla Gtz.	671,932.8	521,625.44	481,287.61	462,753.37	589,455.42
San Cristóbal	115,187.90	115,776.25	141,375.89	96,327.71	163,241.68
Comitán	409,312.10	399,734.13	273,673.50	416,020.60	419,323.37
Villaflores	445,163.10	435,167.13	378,256.20	428,149.60	389,401.65
Selva	54,504	62,445	58,281.70	56,936.50	62,026.00
Palenque	194,269.50	149,019.20	161,578.20	170,451.10	201,257.80
Pichucalco	70,341.60	69,450.93	76,651.80	79,172.60	72,795.52
Motozintla	44,935.60	44,632.70	49,860.40	48,674.20	51,092.06
Tapachula	113,018.10	72,954.44	117,349.72	85,799.38	96,115.79
Tonalá	16,856	18,976.42	15,814.55	14,042.50	17,882.40

SAGARPA, (2003).

### Superficie sembrada (Ha)

<b>DISTRITOS DE CHIAPAS</b>					
<b>Superficie Sembrada (Ha)</b>					
<b><i>Distrito agropecuario de Chiapas</i></b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
Tuxtla Gtz.	240,230.00	231,661.93	223,049.43	219,781.73	225,681.4
San Cristóbal	78,687.20	82,489.00	118,893.40	82,988.80	83,244.00
Comitán	151,977.00	149,957.00	93,232.00	140,826.00	139,913.8
Villaflores	161,059.75	159,073.00	144,169.00	157,774.00	136,405.00
Selva	61,790.00	62,445.00	62,735.00	63,220.00	63,375.00
Palenque	121,394.00	123,378.00	127,680.00	128,995.00	132,480.00
Pichucalco	68,514.00	65,696.50	71,573.00	71,655.00	63,793.00
Motozintla	36,274.00	36,274.00	36,274.00	36,274.00	5,020.00
Tapachula	56,467.75	48,623.40	51,326.28	45,757.00	43,679.90
Tonalá	11,782.50	11,647.00	10,066.00	11,360.00	11,727.00

SAGARPA, (2003).

## Año 1999 – 2003

<b>DISTRITOS DE CHIAPAS</b>					
<b>Superficie Cosechada (Ha)</b>					
<i>Distrito agropecuario de Chiapas</i>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
Tuxtla Gtz.	239,222.04	229,981.93	220,571.93	208,896.23	224,144.90
San Cristóbal	78,687.20	82,489.00	118,893.40	82,488.80	83,244.00
Comitán	134,516.00	142,345.35	88,847.00	137,029.60	139,353.05
Villaflores	158,489.05	158,778.00	144,169.00	157,659.50	136,405.00
Selva	60,560.00	62,445.00	62,735.00	63,220.00	63,375.00
Palenque	120,059.00	122,278.00	127,310.00	125,721.50	131,880.00
Pichucalco	67,496.00	65,157.50	71,528.00	71,655.00	63,793.00
Motozintla	35,746.00	35,880.00	36,229.00	36,274.00	5,020.00
Tapachula	53,775.05	36,324.75	50,469.78	38,950.86	41,292.61
Tonalá	11,593.50	11,264.00	10,038.00	11,330.00	11,382.00

SAGARPA, (2003).

De acuerdo a los datos presentados por la SAGARPA podemos indicar que el Distrito que más aporta a la producción estatal es el de Tuxtla Gutiérrez, integrado por 22 Municipios, seguido por el de Villaflores con 4 municipios y Comitán con 8.

Cabe mencionar que estos dos primeros distritos, Tuxtla Gutiérrez y Villaflores representan el 86% de la producción en el Estado de Chiapas. La producción de maíz en el Estado se realiza en períodos cíclicos de primavera – verano y otoño – invierno, realizándose bajo las modalidades de temporal y riego. En temporal es la más utilizada por los productores, con aproximadamente el 98% del total del maíz y solo el 2 % bajo la modalidad de riego. SAGARPA, (2003).

### **Región Sierra de Chiapas**

En las áreas de la Región Sierra de Chiapas, uno de los sistemas rudimentarios de producción, es el cultivo del maíz para la obtención de grano para la alimentación humana principalmente, así como obtener esquilmo para consumo animal. INFOASERCA, (2004).

Dado que el grano es básico en la alimentación humana y sin embargo dada la importancia del cultivo, los niveles de producción son bajos, debido a la falta de tecnología de producción y además la calidad nutricional del grano es la normal, por lo que existe la factibilidad no solo de incrementar los niveles de producción, sino de mejorar la calidad nutricional del grano; Para esto es importante valorar la riqueza genética con que se cuenta a nivel local, sin dejar de considerar que existen materiales mejorados que pueden ser introducidos y tratar de adaptarlos a los sistemas locales de producción. FAO, (2002).

Los materiales mejorados son importantes componentes tecnológicos cuando se trata de incrementar la producción y productividad del maíz. El empleo de genotipos con menor altura de planta y mayor índice de cosecha, la densidad de plantas y el manejo de la fertilidad del suelo, juegan un papel clave al tratar de incrementar la producción y la productividad del cultivo. FAO, (2002).

En la Región Sierra, se localiza el Municipio de la Grandeza, Chiapas, es una zona en donde las condiciones ambientales tales como el viento, la lluvia, llegan a afectar la producción de maíz, dejando pérdidas de 25 a 35% de la producción y ocurre generalmente en los meses de Octubre y Noviembre que son las temporadas de lluvia y coincide cuando el cultivo de maíz se encuentra en estado de grano lechoso. SDR, (2005).

Esto ocurre debido a que es una zona alta que van de 1000-1950 msnm, con terrenos agrícolas accidentados y con 30° de pendiente en su mayoría, el cultivo se ve fuertemente afectado por los vientos, provocando el acame, las plantas de maíz que se caen junto con la mazorca, muchas veces no maduran fisiológicamente y se pudren, debido a que las lluvias son abundantes.

Los municipios más afectados por estos factores climáticos son: municipios de La Grandeza y de Bejucal de Ocampo. Cabe señalar que este problema no se presenta en toda la región, esto se debe a que las características topográficas son menos accidentados dando lugar a menor daño de cultivo por factores agroclimáticos.

SDR, (2005). Al considerar el aspecto climático se tiene que en esta zona la estación de crecimiento para el cultivo es de 0-180 días. Las siembras se realizan a finales de mayo y se cosecha en Noviembre, por lo general este sistema se caracterizan por el establecimiento de temporal. SDR, (2005).

SNIM, (2003). La producción de maíz en la sierra de Chiapas, ha sido limitada primeramente por factores climáticos pero también a la falta de conocimiento de nuevas técnicas, que permitan una mejor producción y que las variedades tengan características favorables para poder establecerlos en esta región.

La investigación presente, se encamina en mejorar las condiciones de producción en cuanto a cantidad por hectárea, y que las variedades criollas sean más resistentes al acame y demás factores climáticos que perjudican las producción de esta gramínea.

Para ello se pretende medir y cuantificar características agronómicas y potencial de rendimiento de cada variedad criolla, con el objetivo de seleccionar genotipos de alto rendimiento bajo condiciones de temporal é identificar las características más convenientes por ejemplo: la altura de planta, vigor, tolerancia a acame, producción, con el motivo de hacer una mezcla de genes y fenotipos de diferentes variedades que ayudaran a la producción de nuevas variedades, con características favorables y prometan una mejor producción realizando prácticas de recombinación de genes. CIMMYT, (2007).

También se pretende introducir variedades mejoradas, de municipios cercanos a esta región, que cuentan con similares características en cuanto a clima, temperatura.

## **II. OBJETIVOS**

Adopción de tecnología que permita mejorar las técnicas de producción de maíz para elevar los niveles de rendimiento, así como la calidad del producto, en beneficio de la comunidad y de los propios agricultores que se dedican a esta actividad.

### **Objetivos específicos**

Aprovechamiento de las poblaciones de maíz tradicionalmente utilizadas en la región, para seleccionar individuos sobresalientes para conformar y generar variedades.

Introducción de material genético de maíz con potencial para la región Sierra, recomendado por el INIFAP, así como de otras Instituciones y/o Compañías de semillas.

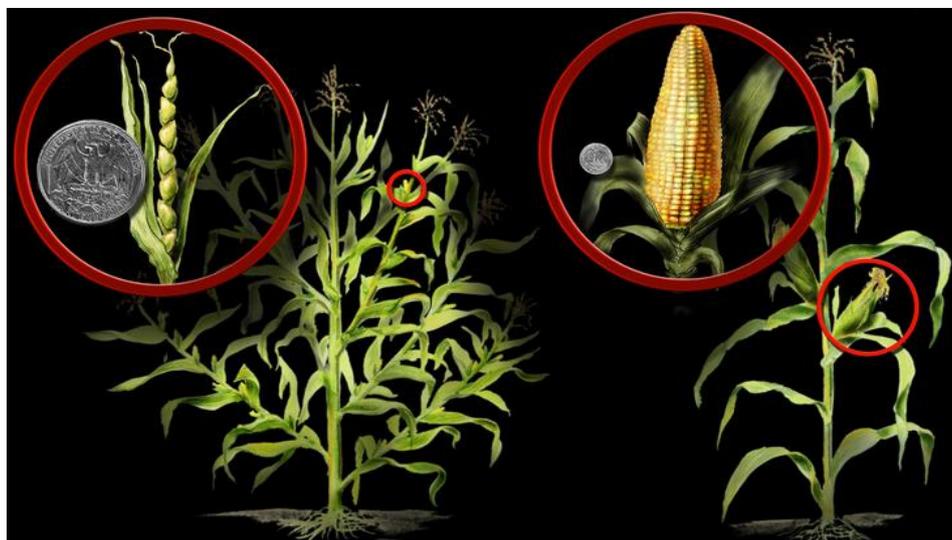
## **III. METAS**

Formar al menos una variedad con mejores características agronómicas tales como altura de planta, tolerancia al acame, tolerancia a plagas y mayor producción de grano.

Identificar el o los genotipos mejorados genéticamente con características sobresalientes en cuanto a adaptación, rendimiento y demás características agronómicas.

#### IV. REVISIÓN DE LITERATURA

Beadle G.W. (1978). El origen del maíz deriva del teosinte a través de mutaciones y por selección natural o fue obtenido por los primeros agricultores fitomejoradores. En la actualidad no se sabe con certeza el origen de esta gramínea. Es generalmente aceptado el hecho de que el teosinte es el antecesor silvestre y allegado al maíz y que ha participado directamente en el origen del maíz cultivado. Los granos de teosinte están encastrados en frutos de envolturas rígidas. Los componentes de esas envolturas rígidas también están presentes en el maíz, pero su desarrollo está alterado de modo tal que los granos no están encastrados como en el teosinte, sino que están expuestos en la mazorca.



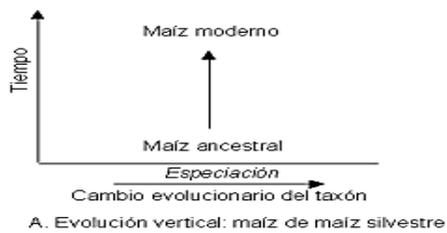
Doebley J. et al, (1985). Mencionan que el maíz y el teosinte son dos subespecies de *Zea mays*. Esta opinión, sin embargo, no es muy aceptada por los fitomejoradores del maíz aunque cuenta con el apoyo de los botánicos. Algunos experimentados estudiosos del maíz no están de acuerdo con la teoría de la evolución del teosinte a maíz y creen que el maíz se originó de antiguas formas de maíz silvestre.

Doebley J. et al, (1985). Han resumido en forma de diagrama varios modelos probables para el origen del maíz. Estos son:

- 1.-) evolución vertical del maíz moderno a partir de maíz silvestre.
- 2.-) progresión de teosinte a maíz.

3.-) separación del maíz y el teosinte, originados ambos en un ancestro común, habiéndose separado durante el proceso evolutivo.

4.-) hibridación, habiéndose originado el maíz como un híbrido entre teosinte y una gramínea desconocida.



A. Evolución vertical: maíz de maíz silvestre



B. Evolución vertical: maíz y teosinte de un ancestro común pero con la domesticación del maíz a partir de maíz silvestre



C. Evolución progresiva: maíz de teosinte



D. Origen híbrido del maíz

Doebley J, et al, (1985). Ya sea que el maíz se haya originado del teosinte o que el teosinte y el maíz se originaron separadamente, hay un hecho indiscutido y es que el germoplasma del teosinte ha introgregado extensivamente en el del maíz durante su evolución y domesticación en México.

Doebley J, et al, 1985, A partir de las evidencias disponibles es posible concluir que el origen del maíz involucró la mutación de varios loci importantes en las formas antiguas de teosinte y de ahí esos genes se trasladaron a estructuras genéticas favorables bajo el efecto de numerosos loci menores.

Doebley J, et al, 1985. La notable transformación de una gramínea maleza a planta altamente productiva con una mazorca llena de granos comestibles y en tan corto tiempo, ya sea por selección natural o con la participación de agricultores fitomejoradores, es sin embargo difícil de comprender. El teosinte y el maíz se cruzan libremente y los genes para resistencia y tolerancia a los estreses naturales presentes en el teosinte han sido transferidos al maíz. Sin embargo, ciertos segmentos de cromosomas de teosinte han sido aislados internamente de la libre recombinación con maíz.

Wilkes, (1989). Cree que la historia de la transformación de teosinte en maíz apoyada con la fuerza de la selección humana, abre grandes posibilidades para usar la variabilidad genética existente y la nueva variabilidad de las poblaciones de teosinte para llevar la sorprendente planta del maíz a aún mayores logros por medio de un fitomejoramiento creativo.

Doebley J. et al, (1990). Otro pariente silvestre del maíz, *Tripsacum*, no se cruza libremente con el teosinte ni con el maíz. Sin embargo, *Tripsacum* es el único género con el cual se ha cruzado el maíz y con el cual se han producido híbridos viables que pueden crecer hasta alcanzar la madurez. Esto ha sido posible con especies diploides de 36 cromosomas. Mangelsdorf, et al, 1938. Informo de algunos cruzamientos exitosos entre maíz y algunas formas tetraploides de *Tripsacum*. Algunos segmentos de cromosomas de *Tripsacum* pueden ser sustituidos por segmentos de maíz.

Mangelsdorf, et al, (1938). De este modo puede haber ocurrido el intercambio genético entre esas especies. Los beneficios de tal introgresión experimental de *Tripsacum* han sido descritos por Wilkes, et, al 1997. También se han desarrollado nuevas formas para cruzar exitosamente *Tripsacum* con maíz, abriendo así más posibilidades para transferir caracteres deseables al maíz. Esto podría drásticamente alterar el desarrollo del futuro del fitomejoramiento del maíz y facilitar el uso de semillas de variedades de alto rendimiento y de híbridos por parte de los agricultores en los países en desarrollo.



## **4.1 Difusión del maíz**

Beadle, (1978). La difusión del maíz a partir de su centro de origen en México a varias partes del mundo ha sido tan notable y rápida como su evolución a planta cultivada y productora de alimentos. Los habitantes de varias tribus indígenas de América Central y México llevaron esta planta a otras regiones de América Latina, al Caribe y después a Estados Unidos de América y Canadá. Los exploradores europeos llevaron el maíz a Europa y posteriormente los comerciantes lo llevaron a Asia y África.

Beadle, (1978). Cuando Cristóbal Colón llegó a Cuba en el año 1492 los agricultores americanos, desde Canadá a Chile, ya estaban cultivando variedades mejoradas de maíz. Cuando regresó a España en 1493, probablemente llevó consigo semillas de varios cultivares locales de maíces duros. Hacia fines de los años 1500 el maíz era extensivamente cultivado en España, Italia y sur de Francia y la difusión del maíz continuó a otros países del Viejo Mundo. Se cree que los navegantes portugueses introdujeron el maíz en África a principios de 1500 ya que tenían motivos para su cultivo dentro del contexto del tráfico de esclavos. El maíz fue introducido en África tropical en varios lugares distintos al mismo tiempo. La evidencia nos muestra que muchas áreas de África tropical recibieron el maíz a través del Sahara, probablemente por medio de los mercaderes árabes Y que las formas primitivas de maíz llegaron a Asia en esas oportunidades.

## **4.2 EL CULTIVO DE MAÍZ**

### **4.2.1 Preparación del terreno**

La preparación del terreno consiste en realizar un barbecho a 30 centímetros de profundidad, con el fin de incorporar residuos orgánicos y exponer las plagas del suelo a la intemperie. Con esta práctica también se logra obtener mejor nacencia, desarrollo y anclaje de plantas. CELALA, (1983). Después del barbecho se dan de uno o dos pasos de rastra, dependiendo del tipo del suelo, con el fin de eliminar terrones y uniformar la superficie y después emparejar. Finalmente se hace el trazo de riego, lo que ayuda a optimizar el uso del agua de riego.

#### **4.2.2 Variedades**

CELALA, (1983). Las variedades que se cultivan en cada región, depende principalmente de las características climáticas de cada lugar. El agricultor que escoge el tipo de semilla según las características que esta tenga, como puede ser días a maduración, color de grano, cuanta producción promete por superficie etc... Las variedades de maíz amarillo generalmente son de ciclo tardío (180 días) y tienen una altura promedio de plantas de 3.0-3.5 metros. Otra opción es la variedad de maíz blanco que tiene una altura de planta promedio de 2.40-2.70 centímetros y se cosecha aproximadamente a los 155 días. CELALA, (1983)

#### **4.2.3 Época de siembra**

El maíz en la laguna se puede sembrar tanto en primavera como en el verano. La época de siembra para el ciclo primavera es de 1° al 30 de abril y en verano es del 15 de junio al 15 de julio. CELALA, (1983).

En siembras tempranas se puede sembrar hasta el 30 de julio. Se pueden tener daños si se presentan altas temperaturas en el periodo de floración, mientras que las siembras tardías pueden ser afectadas por heladas tempranas. También se puede sembrar maíz adaptando los riegos al calendario de riegos del algodón, realizando el aniego para maíz el tiempo del primer auxilio del algodón y los riegos de auxilio de acuerdo con el tandeo del agua. En este caso debe sembrarse del 1°. Al 15 de junio para alcanzar los tres auxilios necesarios. CELALA, (1983).

#### **4.2.4 Método y densidad de siembra**

CELALA, (1983). La siembra se realiza en plano. Aunque se puede sembrar tanto en tierra venida como en seco, es más eficiente cuando se siembra a tierra venida, porque se obtiene mayor porcentaje de germinación. En este caso, antes de sembrar se eliminan las hierbas al rastrear en húmedo. Se siembra en hileras separadas a 76 centímetros entre sí, depositando la semilla a una profundidad de 8-10 centímetros.

De semilla con un 85% de germinación, se emplea por hectárea una cantidad de 18 kilogramos si es grano grande y 15 si es de grano chico. De esta forma se obtiene una población de 50 mil plantas por hectárea aproximadamente.

#### 4.2.5 Fertilización

CELALA, (1983).El maíz se fertiliza al momento de la siembra, procurando que el fertilizante quede a un lado de la semilla. Considerando el tipo del suelo, se aplica todo el fertilizante al momento de la siembra si el suelo es pesado. En suelo ligero se aplica la mitad de nitrógeno antes del primer riego de auxilio. De acuerdo a las necesidades de fertilizante, la región lagunera se indica la siguiente fertilización: Aplicar 120 kilogramos de nitrógeno más 40 kilogramos de fósforo.

#### 4.2.6 Riegos

CELALA, (1983).Se requieren de tres a cuatro riegos de auxilio cuando se siembra una variedad de tipo intermedio y cuando se tiene una variedad precoz se requieren tres auxilios, aunque en ocasiones es suficiente con los dos auxilios, además del riego de pre siembra.

Los riegos se deben distribuirse de a cuerdo con el siguiente calendario.

	DDS	LAMINA (cm)
Aniego (*)		
Primer auxilio	35	
Segundo auxilio	55	25
Tercer auxilio	75	18
Cuarto auxilio	95	18
		18

Es importante que no le falte humedad a la planta en los periodos de floración y llenado de grano, que son etapas críticas del cultivo.

#### **4.2.7 Labores de cultivo**

CELALA, (1983). Para evitar la competencia con las malas hierbas, es importante mantener al cultivo libre de maleza durante los primeros cuarenta días de desarrollo de cultivo a partir de la siembra. Es una labor de cultivo que se realiza cuando la planta ha alcanzado un tamaño próximo de 25 a 30 cm y consiste en ir dejando una sola planta por golpe y se van eliminando las restantes. Otras labores de cultivo son las de romper la costra endurecida del terreno para que las raíces adventicias (superficiales) se desarrollen.

Para lograr lo anterior, es necesario realizar dos escardas mecánicas, una antes del primer auxilio, esta tarea se realiza con escardilla y doble dependiendo de la textura del suelo, que se complementa luego con un aporque empleando una vertedera después de cada escarda. En caso de emplear control químico, es necesario hacer una aplicación pre-emergente con tres kilogramos por hectárea de Gesaprim-50 o con la mezcla de 1 litro de 2-4 D amina (480 gramos de ingrediente activo por litro). El producto o mezcla indicada se aplica con 300 o 400 litros de agua, dependiendo del equipo que se utilice. CELALA, (1983). Las aplicaciones se realizan después de la siembra, asperjando una banda de 30 centímetros sobre el surco, para no cubrir toda la superficie y optimizar el uso del herbicida. El tratamiento se complementa con 1 ó 2 escardas mecánicas para eliminar la maleza que escape al efecto del herbicida. Las aplicaciones deben efectuarse cuando no haya vientos que puedan arrastrar el producto a cultivos vecinos.

#### **4.2.8 Plagas**

UACH, (2005). Los insectos atacan a todas las partes de la planta en cualquier etapa de crecimiento. Numerosas especies de insectos atacan al maíz pero la importancia económica de las especies depende de cada región. Los insectos discutidos en esta sección están agrupados de acuerdo a las partes de la planta que se alimentan. CELALA, (1983).

Los insectos más comunes y de importancia económica que se presentan, son el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*, el gusano barrenador *zeadiatrea* sp, el pulgón *Rhopalosiphum maidis*, la araña roja *Tetranychus spp.* Y la doradilla *Diabrotica* sp. Para el control de estas plagas, se indican en el cuadro los productos químicos, dosis y época de aplicación correspondiente.

#### 4.2.9 Medidas de control

- Preparación del suelo 15 o 30 días antes de la siembra. Es una buena medida para eliminar el ciclo biológico de las plagas. Estos son expuestos al sol y a enemigos naturales especialmente pájaros, hormigas y otros depredadores. CELALA, 1983.
- La destrucción de maleza, para la eliminación de huevecillos que se hospedan en estas plantas. UACH, 2005.
- Tratar la semilla con insecticidas para protegerla durante el periodo de germinación. UACH, 2005.
- Monitoreo constante, en el cultivo para evitar que la densidad de población de los insectos rebase el umbral económico. UACH, 2005.
- Muchas variedades han sido desarrolladas por su resistencia o tolerancia a plagas. El uso de material genético tolerante es tal vez lo más fácil para un productor. Pero hay que recalcar que tal vez una variedad que es resistente a una plaga o enfermedad, pero es importante que la variedad se adapte bien a las condiciones climáticas de la región. Infoagro,2005

<i>Plaga</i>	<i>Producto comercial</i>	<i>dosis por Hectárea</i>	<i>Época de aplicación</i>
Gusano cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i>	Dipterex 2.5%G Sevin5%G Nuvacron2.5% G	10-12Kg 8-12Kg 12 Kg	*Cuando el cultivo no sobrepase una altura de 100 plantas observadas, de 15-20 presenten daños por cogollero.

Gusano de alambre <i>Melanotus sp.</i>	Gaucho	56grs/45 kg.semilla	Se protege la semilla para que el insecto no ocasione daños.
Gusano barrenador <i>Zeadiatreia sp.</i>	Lorsban 480 E  Malatión 4%  Paratión metílico 2 %	0.75-1.0 Lt.  20 Kg	<i>*Si se controla gusano cogollero, los problemas con barrenador no son considerables.</i>
Pulgón  <i>Rhopalosiphum Maidis</i>	Dimetoato 40%  Malation 50%  Fac 20%	1.0 Lt  1.0 Lt  1.0 Lt	<i>*Cuando de 100 hojas tomadas al azar, se encuentren de 15-20 infestadas</i>  <i>*Aplicar en cuanto observe la presencia de la plaga</i>
Araña roja <i>Tetranychus spp.</i>	Dimetoato 40% Malation 50% Fac 20%	1.0 Lt  1.0 Lt  1.0 Lt	

Doradilla <i>Diabrotica sp.</i>	Diazinon 14G	8-10 Kg	*Aplicar en cuanto observe la presencia de la plaga
	Nuvacron 2.5% G	30 Kg	
	Furadan 5% G	30 Kg	

#### 4.2.10 Cosecha

CELALA, (1983). La cosecha se realiza a los 135 días en el caso de variedades intermedias y a los 110 días cuando se trata de maíces precoces. La cosecha se puede realizarse en forma manual, cortando toda la caña con mazorca y amonando fuera de la parcela. También se puede cosechar únicamente la mazorca, despencando ésta para almacenar las mazorcas en lugares limpios y bien ventilados.

CELALA, (1983). Para La recolección de las mazorcas de maíz se aconseja que no exista humedad en las mismas, más bien secas. La recolección se produce de forma mecanizada para la obtención de una cosecha limpia, sin pérdidas de grano y fácil. Se utilizan las cosechadoras de remolque o bien las cosechadoras con tanque incorporado y arrancan la mazorca del tallo. Previamente se secan con aire caliente y pasan por un mecanismo desgranador y una vez extraídos los granos se vuelven a secar para eliminar el resto de humedad.

Las cosechadoras disponen de un cabezal por donde se recogen las mazorcas y un dispositivo de trilla que separa el grano de la mazorca, también se encuentran unos dispositivos de limpieza, mecanismos reguladores del control de la maquinaria y un tanque o depósito donde va el grano de maíz limpio. Otras cosechadoras de mayor tamaño y más modernas disponen de unos rodillos recogedores que van triturando los tallos de la planta. Trabajan a gran anchura de trabajo de 5 a 8 filas la mazorca igualmente se tritura y por un dispositivo de dos tamices la cosecha se limpia. CELALA, (1983).

#### **4.2.11 Conservación de grano**

Para la conservación del grano del maíz se requiere un contenido en humedad del 35 al 45%. Para grano de maíz destinado al ganado éste debe tener un cierto contenido en humedad y se conserva en contenedores, previamente enfriando y secando el grano. Infoagro, (2005).

#### **4.3 FECHAS DE SIEMBRA**

Otegui, M. et al, (2002). La época de siembra para cada estado o región es diferente, depende de la disponibilidad de agua. Por lo general la mayoría de los productores siembran en los meses de mayo, junio, julio y agosto, que es la época de lluvia, obteniendo de esta forma un mayor grado de germinación y producción. González A. et al, (2005). El rendimiento de cultivos muchas veces se ve limitado por factores ajenos al control del agricultor, por decir la ausencia de lluvias temperaturas frías otras veces el rendimiento es limitado por uno o más factores que el agricultor puede controlar como la semilla apropiada, la disponibilidad adecuada de nutrientes para el suelo, población de las plantas, y época de siembra.

Si estos factores son óptimos para cada cultivo, el rendimiento será sustancialmente alto. Los requisitos de siembra respecto a la temperatura, humedad, y luz son los factores más importantes que determinarán la mejor época de siembra. Cuando se entienden estos factores se puede decidir el mes, o la semana del año cuando la siembra debe hacerse para obtener un óptimo rendimiento. En áreas tropicales, en donde la temperatura y luz son uniformes la humedad será el factor principal para determinar la época de siembra. En áreas templadas para determinar la época de siembra se necesita considerar, la temperatura, lluvia y duración del día. González A. et al, (2005).

Ruiz C. et al, (2002). La mejor época de siembra en la región, en base a los factores climáticos y de alta producción, se refleja en la época de siembra a nivel regional.

Generalmente los cultivos que se siembran fuera de época resultarán en bajo rendimiento, sin importar la cantidad de fertilizante, o el manejo que se tenga en el cultivo.

Ruiz C. et al, (2002). Menciona que las siembras realizadas antes o después de la fecha óptima de siembra dan como resultado una reducción significativa del índice de área foliar, de la producción de materia seca total y del rendimiento. Igualmente los rendimientos del maíz se reducen más rápidamente cuando la fecha de siembra se retardo que cuando esta se efectuó más temprana. Los resultados encontrados en el estudio corroboran la importancia de definir las fechas óptimas de siembra en el cultivo del maíz. En las zonas templadas, por ejemplo el rendimiento del maíz parece estar más limitado por la cantidad de radiación solar disponible cerca del periodo de floración y durante el llenado del grano.

SAGARPA, (2003). Indica que el maíz por ser una especie de metabolismo C4, tiende a expresar su máxima productividad cuando la etapa de máxima área foliar coincide con una mayor disponibilidad de radiación solar, siempre que no haya déficit hídrico. Para que el maíz pueda germinar y se produzca una nacencia normal es necesario que el suelo tenga una temperatura superior a 12-13°C. La mayoría de los tipos de maíz no inician la germinación a temperaturas inferiores a 10°C.

Para temperaturas del suelo comprendidas entre 10-13°C, la germinación es lenta, lo que aumenta el riesgo de pérdidas de plantas por enfermedades o por ataques de plagas.

Ruiz C. et al, (1998). Cuando el suelo alcanza temperaturas próximas a los 15-16°C la germinación se efectúa en condiciones óptimas, produciéndose la nacencia rápidamente, emergiendo las primeras plántulas a los 6-8 días tras la siembra. Se deberá tener en cuenta las previsiones climatológicas para los días siguientes, buscando que la temperatura del suelo crezca progresivamente durante el día (de 8-10°C a las 8 horas y alcanzando 12-14°C, al menos a medio día) y no se prevean variaciones del tiempo importantes.

#### 4.4 CARACTERISTICAS TAXOMICAS Y MORFOLOGICAS DEL MAÍZ

##### Clasificación Botánica del Maíz, Según, Reyes, (1990).

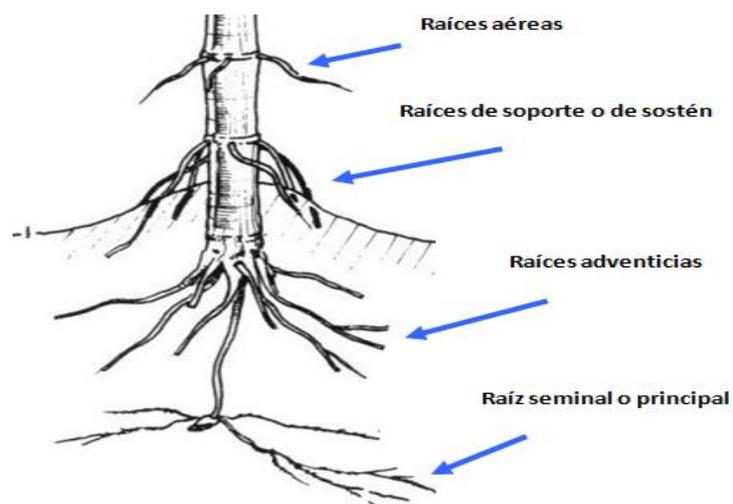
Reino:	Plantae
Phylum:	Tracheophyta
Subdivision:	Pterapsidae
Clase:	Angiosperma
Subclase:	Monocotiledoneae
Orden:	Graminales
Familia:	Gramineae
Tribu:	Maydeae
Género:	Zea
Especie:	Mays

**Raíces:** Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias. Aloni, R. et al, (1991).

**Raíz seminal o principal:** Se origina en la radícula luego de la germinación. Esta tiene una duración de 2 a 3 semanas máximo. Están representadas por un grupo de 1 a 4 raíces, las cuales van a suministrar anclaje y nutrientes a la semilla. Aloni, R. et al, (1991).

**Raíces adventicias:** El sistema radical de una planta de maíz es casi totalmente del tipo adventicio. Estas se originan después de las raíces principales. Pueden alcanzar hasta 2 m de profundidad. Caroline, R. et al (1973).

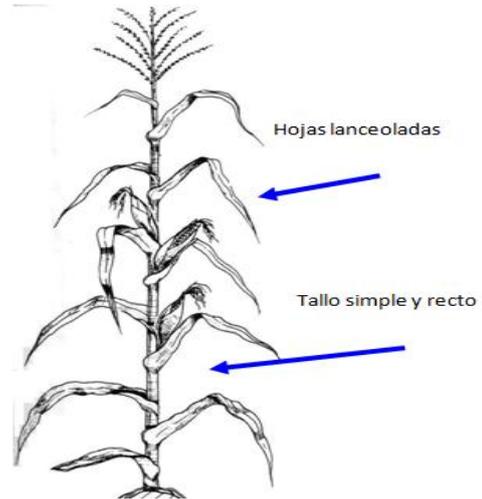
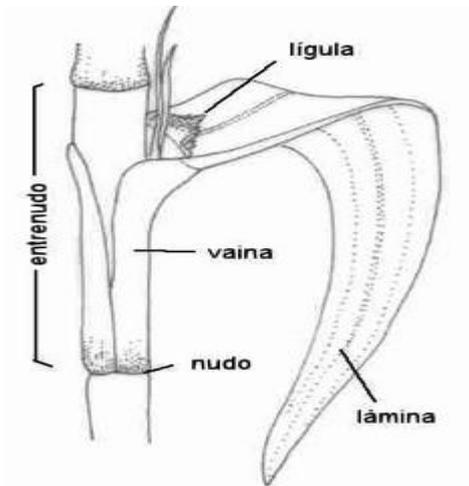
**Raíces de sostén o soporte:** este tipo de raíces se originan en los nudos, cerca de la superficie del suelo. Proporcionan una mayor estabilidad y disminuyen problemas de acame. Las raíces de sostén tienen la capacidad de realizar la fotosíntesis. Además pueden absorber fácilmente fósforo. Caroline, R. (1973).



**Tallo:** Es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones. Por su aspecto recuerda al de una caña, presenta entrenudos y una médula esponjosa. Cheng, et al, (1994).



**Hojas:** Son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes. Cheng, P. (1994).



**La inflorescencia masculina:** es la terminación del tallo principal y esta formada por una espiga central y varias ramas laterales, organizada en una panícula laxa. Aquí se asientan las flores masculinas agrupadas en espiguillas pareadas, una de las cuales es pedicelada y la otra es sésil. Galinat, W.C. (1994).

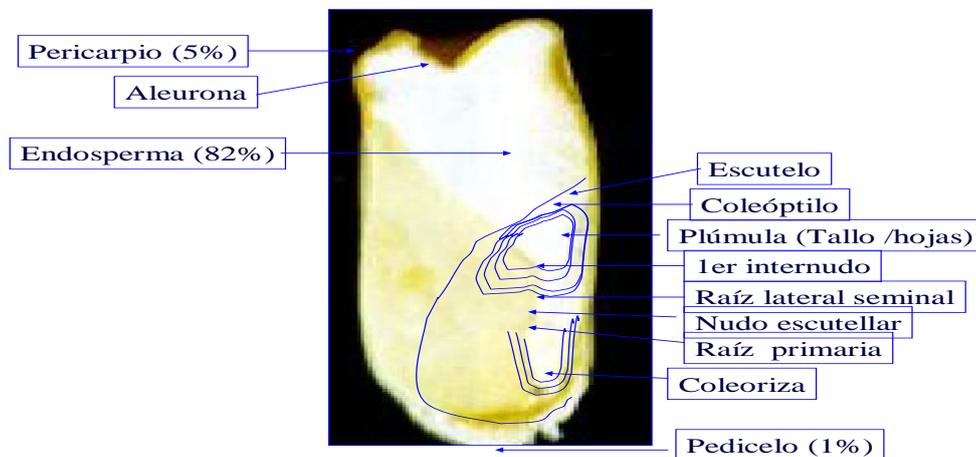
Cada espiguilla posee dos florecillas funcionales y cada una de estas posee tres anteras productoras de polen. La polinización se efectúa mediante la caída libre del polen sobre los estigmas. Galinat, W.C. (1994).



**La inflorescencia femenina:** está formada por el raquis (tusa), en el cual van un par de glumas externas, dos yemas, dos paleas, y dos flores, una de las cuales es estéril y la otra es fértil. Por esto, el número de hileras de mazorcas es par. El conjunto de estilos forman la barba de la mazorca. Toda la inflorescencia femenina está protegida por las brácteas (hojas de la mazorca) que tienen como función la protección del grano. Cada planta puede tener entre 1 a 3 mazorcas dependiendo de la variedad y las condiciones climáticas. Galinat, W.C. (1994).

**Semilla:** La cubierta o capa de la semilla (fruto) se llama pericarpio. Es dura, por debajo se encuentra la capa de aleurona, que le da el color al grano (blanco, amarillo, morado) y contiene proteínas. Interiormente esta el endosperma, con el 85-90% del peso del grano. Onderdonk, J.J. (1972).

El embrión está formado por la radícula y la plúmula, ubicándose en el escutelo, localizado en la parte inferior del grano donde va adherido a la tusa o raquis. Onderdonk, J.J. (1972).



## 4.5 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA DE MAIZ

### 4.5.1 Plantas con tolerancia al acame

EL acame es una de las principales causas de pérdidas debido a las dificultades que ocasionan la caída de las plantas.

Los genotipos de maíz superdulces, los cuales son muy demandados por su buena calidad comestible son señalados como muy susceptibles al acame. Stojisin, D. (1994).

El desarrollo de una planta de maíz está altamente afectado por condiciones ambientales. La expresión genética de un determinado carácter puede cambiar de un año a otro, por lo que es necesaria la combinación características favorables en un mismo genotipo cuando se realizan programas de mejoramiento para resistencia al acame. Observo respuesta a la selección para resistencia al acame, después seis a siete ciclos de selección recurrente divergente. Para la selección de plantas para mejoramiento genético se debe tomar en cuenta, características morfológicas, diámetro de tallo, vigor y volumen de la raíz. Thompson, D. L. (1972).

El maíz a menudo es afectado por el acame, ya sea de raíz o de tallo. Se dice que una planta se acama de raíz cuando la parte más baja del tallo forma un ángulo de 45° o menos con la superficie del suelo. Hay acame del tallo cuando éste se quiebra debajo de la mazorca y la porción quebrada forma un ángulo de 45° o menos con el suelo. Thompson, D. L. (1972).

Suele haber poca relación entre el acame de raíz y el de tallo; el primero tiende a asociarse con factores ambientales como lluvias intensas con viento, o con factores de manejo como la alta densidad, la mala distribución de plantas. Thompson, D. L. (1972).

Mientras que la quebradura del tallo con frecuencia está estrechamente vinculada con características genéticas como la resistencia a enfermedades e insectos, la prolificidad y el tipo de senescencia. El efecto del acame sobre el rendimiento depende de cuándo se produce y de que las mazorcas permanezcan en contacto con el suelo el tiempo suficiente para que se produzca la pudrición o la germinación. Si el acame es antes de la floración, las plantas pueden recuperarse y crecer hacia arriba. Las pérdidas económicas también dependen del método de cosecha que se utilice. Cuando se usan máquinas, muchas plantas acamadas no serán cosechadas. Si el agricultor cosecha a mano, el acame aumentará el tiempo requerido y los costos de mano de obra. Thompson, D. L. (1972).

Las variedades que son susceptibles al acame depende de características morfológicas por ejemplo la altura de la planta esta puede ser susceptible. Además conocer el tipo de suelo ya que los suelos ácidos son bastante causa profundidad limitada del enraizamiento. Las planta se pueden acamar por problemas de insectos, que atacan a la parte radicular de la misma haciendo que la planta sea más susceptible cuando se presentan vientos fuertes. Thompson, D. L. (1982).

El problema del acame no solo se debe a factores genéticos , sino que también a factores ambientales, como es el exceso de fertilización (N) Y La deficiencia de (k), maleza y alta densidad de población, que debido a la competencia con el cultivo disminuye el vigor del tallo. Thompson, D. L. (1982).

Del mismo modo la defoliación causada por granizos al mismo tiempo las heladas pueden ser factor importante que se contempla en el acame de las plantas ya que la planta fisiológicamente cuando se presentan, la planta no puede traslocar suficiente cantidad de azúcares en el tallo volviéndose débil. Sarasola M, et al (1970).

#### **4.5.2 Plantas tolerante a insectos**

FAO (1979). Tolerancia de plantas a insectos se define como aquellas características genéticas de la misma que la hacen soportar una población de insectos que normalmente afectaría a una variedad susceptible sin verse afectada en su estructura o rendimientos. Por ejemplo 10 insectos por planta podrían ser suficientes para reducir el rendimiento o hasta eliminar una variedad susceptible, mientras que este mismo número sobre una variedad tolerante no tendría ningún efecto marcado sobre el rendimiento.

Monge, L. A. (1986). Características de las plantas físicas o químicas que actúan contra la biología del insecto Antibiosis. Por ejemplo, factores antinutricionales o compuestos del metabolismo secundario de las plantas pueden afectar adversamente la nutrición, la reproducción o el desarrollo de los insectos plaga y conferir características antibióticas a la planta. Crow, J. F. (1960). Algunos mecanismos de tolerancia incluyen respuestas fisiológicas de la planta al daño causado por la plaga o mecanismos de compensación para reponer estructuras dañadas por la herbivoría.

Las respuestas diferenciales al daño inducido por las plagas. Se espera normalmente que la tolerancia se vea reflejada en menor reducción en el rendimiento bajo ataque de la plaga en las plantas tolerantes comparadas con las susceptibles.

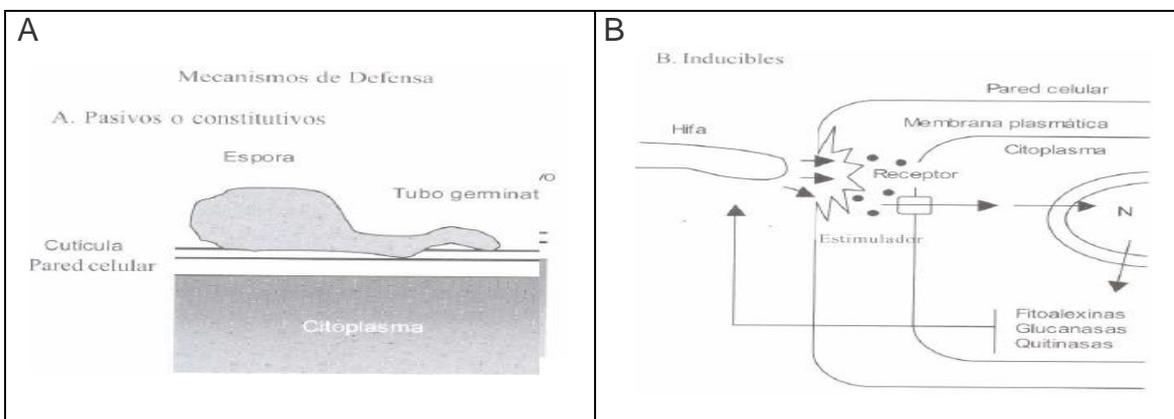
Bergvinson, D.J. (2007). El componente de comportamiento de los insectos asociado a la categoría de no preferencia la denominaron antixenosis, término que se ha adoptado comúnmente. Incorpora aquellas características que hacen que la planta no sea preferida por el insecto para su ataque cuando se compara con variedades susceptibles o preferidas. Cuando el insecto consistentemente "rechaza" una variedad se dice que es antixenótica. Si la resistencia es verdadera, el insecto no preferirá este genotipo aún en condiciones de no escogencia. Es importante tener esta información antes de liberar una variedad como antixenótica.

Bergvinson, D.J. (2007). Cuando esta variedad es adoptada por los agricultores y se siembran muchas hectáreas del mismo genotipo, la variedad se convertirá rápidamente en susceptible, si el insecto la acepta cuando no tiene más que comer y se habrá perdido todo el trabajo de selección.

#### **4.5.3 Tolerancia a enfermedades**

Bent, A. F. (1996). Es la habilidad del hospedero para detener el crecimiento del patógeno. En otras palabras, es el mecanismo genético mediante el cual la planta retarda o suprime la invasión de sus tejidos por parte del patógeno potencial. Es complementaria a virulencia y opuesta a susceptibilidad, que es la suma total de cualidades que hacen de una planta servir de hospedero a un patógeno. La tolerancia de las plantas a enfermedades frecuentemente resulta la interacción específica de genes (R) de las plantas con los correspondientes genes de virulencia (Avr) de los patógenos. Algunos procesos bioquímicos y fisiológicos están relacionados con la resistencia gen por gen son la generación de especies reactivas de oxígeno, ácido nítrico, la producción de compuestos microbianos y la inducción de genes de defensa entre otros. Bent, A. F. (1996). Ellis, J. et al (1998). Las plantas constantemente interactúan con una gran variedad de microorganismos tales como virus, bacterias, hongos, nematodos e insectos.

Las poblaciones silvestres pueden generalmente enfrentar ese tipo de patógenos potenciales. Desde hace tiempo se conocen moléculas localizadas en la superficie de las células del patógeno o secretadas por las mismas que activan reacciones de defensa en las plantas. Estas moléculas pueden ser de diferente naturaleza química (carbohidratos, lípidos y proteínas). Dangl, J. et al, (2001). La tolerancia de la planta está relacionada estrechamente correlacionada con la capacidad de respuesta de una planta hacia un organismo potencialmente patógeno. Generalmente, los mecanismos de defensa preexistentes o constitutivos, formado por las características estructurales de la pared celular y la presencia de compuestos químicos depositados en el tejido epidérmico. Ellis, J. et al (2000). Los patógenos producen una gran diversidad de señales y algunas de estas son detectadas por la planta. Los genes del patógeno producen estas señales, se denominan genes de avirulencia (Avr) si sus productos se activan una respuesta de defensa en la planta con un gen de tolerancia(R) apropiado. Bent, A.F. (1996). El resultado de esta interacción es la manifestación de la tolerancia de la planta para este patógeno específico. Sin embargo ante cualquier modificación a esta interacción la planta manifiesta una respuesta de sensibilidad al patógeno y se puede establecer una enfermedad.



**A.-** Espora germinada creciendo sobre una célula vegetal. Se resaltan dos estructuras importantes que forman parte de los mecanismos de defensa constitutivos: la cutícula y la pared celular. Las cuales generalmente son suficientes para impedir la penetración del patógeno. Bent, A.F. 1996. **B.-** Bent, A.F. 1996. Los mecanismos de defensa se activan como resultado de una alteración metabólica al interior de la célula, que resulta en la síntesis y acumulación de compuestos de defensa.

## **4.6 EL CULTIVO DE MAÍZ EN LA REGIÓN SIERRA DE CHIAPAS**

### **4.6.1 Preparación del terreno**

En el municipio de la grandeza Chiapas en gran porcentaje se practica la labranza cero. Los agricultores realizan esta labor ya que las condiciones de suelos, climáticas y socioeconómicas del lugar no permiten usar maquinaria. El resto trabaja con arado en terrenos planos. SAGARPA, (2003).

Si bien los sistemas de labranza mínima dejan hasta un 30% de materiales vegetales sobre la superficie como cobertura del suelo, la labranza cero, tanto mecánica como manual es el único sistema que deja todos los residuos y es el único que deja el suelo completamente sin disturbar. Estos residuos son importantes para reducir la erosión eólica e hídrica y para reciclar los nutrimentos en el suelo.

FAO, (2004). Los procedimientos de labranza cero incluyen: control de malezas y de los residuos de los cultivos anteriores con machete; pulverización de herbicidas con bombas de mochila. Economía, (1994).

### **4.6.2 Siembra**

La siembra se realiza a finales de mayo, época determinada por la llegada de las lluvias, además las mejores condiciones climáticas, la temperatura y la lluvia son óptimas. Las fechas tradicionales que los agricultores usan derivan de muchos años de ensayos y de errores que deben ser tenidos en cuenta por la investigación y controlados por medio de la experimentación. A menudo, sus fechas de siembra evitan períodos de lluvias o sequías excesivas en el momento de mayor susceptibilidad del maíz. SDR, (2004).

### **4.6.3 Profundidad de siembra**

La semilla tratada con fungicidas y/o insecticidas es necesario ser colocada a la profundidad correcta, por lo general de 5 a 10 cm.

Esto asegura un buen contacto con el suelo húmedo que previene la desecación y asegura que el coleóptilo no tenga dificultades para llegar a la superficie. Otegui, M.E. (2002).

La siembra más superficial en los suelos con humedad marginal debe ser evitada ya que no solo pone en peligro la germinación sino que también causa un nacimiento des uniforme de las plántulas, con las que nacen por último compitiendo en forma desventajosa con las plantas que germinaron antes. Otegui, M.E. (2002).

#### **4.6.4 Siembra manual**

Se deposita el grano dentro del surco a una profundidad, cubriendo el grano con la tierra para su germinación. La semilla es colocada de acuerdo a la densidad de siembra elegida, cubierta que asegura un buen contacto con el suelo. SAGARPA, (2003).

#### **4.6.5 Densidad de siembra y espaciamiento**

La densidad de las plantas y su espaciamiento son de 30 cm entre surco y entre planta 30 centímetros, dejando 3 semillas en cada golpe. El uso final del cultivo de maíz (forraje, grano) son factores adicionales que deben ser considerados al determinar la densidad y el espaciamiento. SAGARPA, (2003).

#### **4.6.6 Fertilización**

Las aplicaciones de fertilizantes comerciales pueden ser hechas mas sostenibles si el momento y la dosis de aplicación, especialmente de nitrógeno y fósforo. En este aspecto, las aplicaciones de fertilizantes son fraccionadas con estos elementos, sobre todo en estos climas que son muy lluviosos, al menos hasta cuando no estén disponibles fertilizantes de liberación lenta a un costo competitivo. 130-50-00; usar 18-46-00 (fosfato diamónico) y urea (46% de N). Aplicar todo el fósforo y la mitad del nitrógeno en la siembra. El resto del nitrógeno aplicarlo entre los 50 a 65 días después de la siembra. SDR, (2005).

#### **4.6.7 Control de maleza**

El herbicida traslocado de un herbicida hormonal selectivo tal como el 2,4-D para malezas de hoja ancha o un herbicida no selectivo como el glifosato para malezas de hoja ancha y malezas de hoja angosta. Bajo condiciones templadas, la aplicación debe ser hecha dos semanas antes del corte para permitir la traslocación del herbicida del follaje al sistema radical. Para la limpieza del terreno se aplica 3 litros de coloso por hectárea. Después de sembrar y antes de la emergencia de las plántulas, se aplica gesaprim calibre 90 en dosis de 1.5 kilogramos por hectárea, en 200 litros de agua. Infoagro, (1998).

#### **4.6.8 Control de plagas y enfermedades**

Para el control de plagas del suelo se aplica counter granulado a razón de 10 kg/ha ó diasudín granulado a razón de 20 kg/ha. Para el control de plagas del follaje y del gusano cogollero, aplicar 500 ml de karate plus mejorado en 400 litros de agua. Infoagro, (1998).

#### **4.6.9 Cosecha**

Se realiza desprendiendo el producto de la planta (mazorca) Depositando en medios de almacenaje para su posterior desgrane y Obteniendo de esta forma el grano., cuando el grano tenga entre un 14-16% de Humedad. Infoagro, (1998).

### **4.7 MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL MAÍZ DE POLINIZACIÓN LIBRE**

Desde que los indígenas empezaron a cultivar el maíz, el mejoramiento de esta gramínea se ha efectuado mediante selección. Elegir una mazorca de maíz para ser utilizada como semilla, era una práctica que tenía que repetirse cada vez que se sembraba el maíz. Poehlman, John M. (2003).

La selección masal como método de mejoramiento se utiliza para mantener variedades de polinización libre existentes y obtener nuevas variedades.

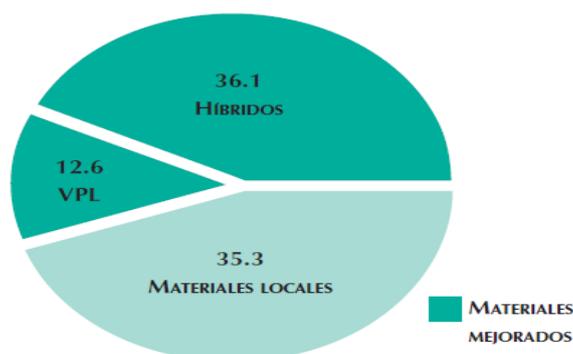
Es una forma de selección recurrente en que la planta es la unidad de selección y la selección que se repite cada generación. Se ha demostrado que la selección masal puede ser eficaz para mejorar el rendimiento si el peso del grano y no características visuales no relacionadas es el principal objetivo de la selección y se ponen en práctica métodos experimentales que reduzcan el efecto de la variación ambiental sobre la selección. Poehlman, John M. (2003).

#### 4.7.1 Selección de semilla de variedad criolla de maíz

El empleo de variedades y prácticas agronómicas mejoradas contribuye a aumentar los rendimientos de maíz. Aproximadamente 58% de la superficie dedicada al maíz en los países en desarrollo se siembra con maíz mejorado: 44% con híbridos, 14% con variedades de polinización libre mejoradas (VPL) y 42% con VPL no mejoradas. CIMMYT. (1999).

Las VPL ocupan un lugar importante en la cultura del maíz en los países en desarrollo. En cambio, en los países industrializados, casi 100% de la superficie dedicada al maíz se siembra con híbridos. CIMMYT. (1999).

#### 4.7.1 Tipos de maíz que se cultivan en los países en desarrollo



CIMMYT, (1999).

Generar VPL mejoradas es más fácil que crear híbridos debido a que la producción de semilla de VPL es más sencilla y barata; además, los agricultores de subsistencia que las cultivan pueden guardar su propia semilla para la siembra del siguiente ciclo, reduciendo así su dependencia de fuentes externas de semilla. CIMMYT, (1999).

CIMMYT, (2007). Menciona que los maíces criollos locales, que han sido desarrollados durante varias generaciones, siguen siendo los más apropiados, por su adaptación y sus características de producción y consumo. Sin embargo, las variedades criollas, que han sido seleccionadas por los productores y los consumidores locales, pueden mejorarse con mayor rendimiento, tolerancia a la sequía, resistencia a las plagas pos cosecha o mayor contenido de nutrientes.

#### **4.7.3 Variedades de polinización libre**

CIMMYT, (1985). Debido a que es un cultivo alógamo, el maíz posee gran variabilidad genética. Normalmente, se cruzan tipos de maíz genéticamente diversos para crear poblaciones de maíz.(compuestos, complejos genéticos y generaciones avanzadas de cruza de variedades, etc.), que posteriormente son mejoradas mediante selección recurrente. Con frecuencia se libera como VPL mejorada un compuesto recombinado de una población. Si se utiliza semilla de variedad mejorada o de la parcela, se puede lograr mayores rendimientos en la cosecha, seleccionándola adecuadamente y cuando se utiliza híbridos se debe conseguir semilla nueva para cada cosecha. CIMMYT, (1985).

CIMMYT, (2007). La definición de variedad recientemente ha definido como la fracción superior de una población en continuo proceso de mejoramiento, relativamente uniforme y estable. Un atributo importante de cualquier variedad buena es su uniformidad; sin embargo una variedad de maíz de polinización libre, rara vez será uniforme como un híbrido formado por dos líneas de una o varias autofecundaciones. Aunque la fracción élite de la población es recombinada para producir una variedad mostrara variación en varios atributos agronómicos importantes. A diferencia de híbrido que es la progenie de la primera generación de un cruzamiento entre líneas endogámicas o híbridos entre ellos.

Para seleccionar una buena semilla de su variedad de maíz, le aconsejamos seguir los siguientes:

1.- Juan Carlos P. et al, (1985). Escoger en el lote las plantas más sanas y vigorosas y cuando el cultivo este en la etapa de floración, seleccionar las plantas que preferiblemente tengan más de una mazorca baja y bien formadas o características deseables del agricultor. Es importante que las plantas que se escoja estén en plena competencia es decir, que cada planta escogida esté rodeada de plantas por todos los lados, muestrear todo el lote. De preferencia sembrar de 8 a 10 familias selectas de la población, que sean similares en maduración, altura de planta, altura de mazorca y otras características. CIMMYT, (1985). La uniformidad fenotípica de la variedad implica tanto de operaciones menos rigurosas de eliminación de plantas en fases subsecuentes de la multiplicación de la semilla, como una mejor aceptación por parte de los agricultores.

2.- Juan Carlos P. et al, (1985). Marcar las plantas seleccionadas en el campo. Esto se puede hacer utilizando tirillas de papel, plástico, tela etc... Lo importante es que usted identifique las plantas seleccionadas al momento de la cosecha. CIMMYT. (1999). Debe entenderse que los descriptores cuantitativos (altura de planta, numero de hojas, peso de mazorca), etc... Serán útiles en el mantenimiento de la variedad, en la producción de semilla original y en las etapas subsecuentes de la multiplicación de semilla. Habrán de utilizar como guía principalmente caracteres cualitativos.

Características de la planta a seleccionar. CIMMYT. (1999).

	Cualitativas	Cuantitativas
Tallo	Color	Altura Número de nodos Número de vástagos
Hojas	Color Color de la vena central Color de la vaina Pubescencia de la vaina	Número total Número de hojas arriba de la mazorca Angulo foliar Ancho de la hoja de la mazorca Largo de la hoja de la mazorca
Espiga	Color de las glumas Color de las anteras Compacta o abierta Color de los estigmas Color de las espatas secas	Longitud de pedúnculo Longitud del eje central Número de ramas Días a 50% de plantas con polen Número por planta Angulo de inserción
Mazorca	Pubescencia de las espatas Textura de la espata Forma de la mazorca Arreglo de las hileras Color del raquis (olote)	Longitud del pedúnculo Número de hileras Longitud Diámetro Peso Porcentaje de grano Diámetro del olote
Semilla	Color del pericarpio Color de la aleurona Color del endospermo Textura (dentado, cristalino, etc.)	Longitud Ancho Peso de 1000 semillas Grosor de la semilla

3.- Juan Carlos P. et al, (1985). La responsabilidad de mantenimiento de la pureza de la semilla original mientras la variedad está en producción, recae en el mejorador. La cantidad de semilla original a producir, se regula aumentando el número o el largo de las hileras en la parcela de mantenimiento de la variedad.

CIMMYT. (1999). Tomar la cantidad de mazorcas suficientemente para la próxima siembra. Las mismas que se seleccionó e identifico al inicio, mazorcas que reúnan las características de mazorca y grano de la variedad que se quiere mantener.

CIMMYT, (1985). Tanto el numero de mazorcas seleccionadas para ser progenitores, como la cantidad de semilla obtenida de ellas, pueden ser manipuladas para obtener la cantidad requerida de semilla.



Juan Carlos P. et al, (1985). Para protegerse contra posibles pérdidas de cosecha, en todo programa de producción es necesario almacenar suficiente semilla remanente para volver a repetir el mismo proceso de multiplicación. Las existencias de reservas aseguran la continuidad del programa de producción de semillas. Por consiguiente, debe mantener suficiente semilla de los progenitores de la semilla original en almacenamiento frío y seco, por lo menos dos generaciones.

4.- David B. et al (2007). De las mazorcas escogidas elimine granos delgados, fuera de tipo, enfermos o dañados por insectos, semilla proveniente de maleza; luego desgrane y mezcle bien la semilla seleccionada.

David B. et al (2007). Para evitar infestaciones de plagas deben evitarse que la mazorca esté infestada de insectos y enfermedades. Es posible que estos organismos puedan incrementar el grado de infección durante el periodo de resguardo, asegurarse que los sacos de papel o el almacén no contengan material infestado. Así como también la estructura del almacén debe ser desinfectada, asegurándose que pisos paredes y techos queden perfectamente limpios, aplicar insecticidas en los contenedores.

La semilla debe ser tratada debidamente y no se debe permitir que la mezcla de granos de diferentes ciclos que no han sido tratados. Además esta se debe secar al sol durante un tiempo, colocar una muestra en un frasco, cerrar y exponer al sol durante una hora, si se forman gotas de agua en las paredes es recomendable dejar secar por más tiempo. En caso contrario póngalo al sol dos días más para asegurarse que la semilla está seca posteriormente almacenarlo en un lugar fresco, seco y limpio. David Bergvinson et al (2007).

5.- Cuando se siembra una semilla seleccionada es importante evitar que el maíz se cruce con otros maíces para la selección de la semilla de la siguiente siembra. Para mantener la pureza genética de las variedades y evitar su deterioro, la parcela dedicada a la multiplicación de semilla de las VPL debe mantenerse debidamente aislada. Juan Carlos P. et al, (1985).

CIMMYT, (1985). El aislamiento puede efectuarse por distancia o por fechas de siembra. Para la semilla original se considera adecuada una separación de 300 metros de otros campos de maíz que coincidan en el periodo de floración; para la semilla básica, la separación adecuada es de 200 metros. Sin embargo, a mayor distancia, mejores los resultados.

CIMMYT. (1999). Al determinar las distancias apropiadas para el aislamiento, deben considerarse la experiencia de campo, el diferencial de madurez de los materiales, las tendencias de los vientos predominantes durante la floración, así como la existencia de barreras naturales o artificiales.

Juan Carlos P. et al, (1985). El aislamiento por fecha de siembra permite sembrar un bloque de aislamiento cerca de otros bloques o campos de maíz. El bloque de aislamiento puede sembrarse antes, o después, (15 a 20 días) que los lotes cercanos, a fin de que la emisión de estigmas y la producción de polen hayan concluido antes de que comiencen a emerger las espigas de los materiales adyacentes. CIMMYT, (1985). También puede emplearse una combinación de fechas de siembra y distancia en los aislamientos. Cuando sea necesario ubicar diversos aislamientos en el mismo terreno, deberán obtenerse datos confiables acerca del número de días a la producción de polen.

Se puede intercalar de forma sencilla un aislamiento por fecha de siembra entre dos aislamientos de distancia, con intervalos adecuados, de manera que no coincidan en la floración. Juan Carlos P. et al, (1985).

Si no es posible poner en práctica las dos recomendaciones anteriores, seleccionar la semilla únicamente de las plantas del centro de su lote o aquellas que estén más retiradas del otro maíz vecino. Juan Carlos P. et al, (1985).

6.- Juan Carlos P. et al, (1985). Hacer conocer a los productores estas sugerencias y enseñarles la forma de seleccionar la semilla de su variedad de maíz. Esto traerá beneficios para todos.

7.- Juan Carlos P. et al, (1985). Utilizar estos mismos consejos para seleccionar la semilla de la variedad de maíz que empleara en las próximas cosechas. Rápidamente lograra grandes beneficios como aumento en el rendimiento y cosechas de mejor calidad.

## **V. CONCLUSIONES**

La adopción de tecnología que permite mejorar las técnicas de producción de maíz para elevar los niveles de rendimiento, así como la calidad del producto, en beneficio de la comunidad y de los propios agricultores que se dedican a esta actividad y cuyas metas es formar al menos una variedad con mejores características agronómicas tales como altura de planta, tolerancia al acame, tolerancia a plagas y mayor producción de grano en la región sierra de Chiapas. Será posible alcanzarlo siempre y cuando se llegue a concientizar tanto a autoridades del sector como a la propia comunidad campesina a bien de lograr mejorar tanto los niveles de producción, como la calidad de la misma al contar con poblaciones genéticas o variedades mejoradas de amplia adaptación a las condiciones agroclimáticas de la región.

## V. LITERATURA CITADA

Aloni, R. & Griffith, M. 1991. Functional xylem anatomy in the root-shoot junctions of six cereal species. *Planta*, 184: 123-129.

ASERCA, Enero 2005, Mercado Internacional de Maíz Dirección General de Operaciones Financieras, Dirección de Análisis y Estudios de Mercado.

Bergvinson, D. J. y García-Lara, S. 2007. Tecnologías integrales para reducir las pérdidas poscosecha Fondo mixto CONACYT. Estado de México. México, Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo. El Batán, Estado de México, México.

Bent, A.F. 1996. Plant disease resistance genes: Function meets structure. *The Plant Cell* 8:1757-1771.

Beadle G.W. 1978. Teosinte and the origin of maize. En: *Maize breeding And genetics*, D.B. Walden (Ed.), Wiley Interscience; páginas 113-128.

Cheng, P.C. & Pareddy, D.R. 1994. Morphology and development of the tassel and ear. In M. Freeling & V. Walbot, Eds. *The maize handbook*, p. 37-47. New York, NY, USA, Springer-Verlag.

CELALA, 1983. Guía para la asistencia técnica agrícola de la comarca lagunera, Inía, pág.: 24,29.

CIMMYT, 1985. Desarrollo, mantenimiento y multiplicación de semilla de variedades de polinización libre. Programa de maíz, Pág. 2, 6,9.

CIMMYT. 1999. Desarrollo, mantenimiento y multiplicación de semilla de variedades de polinización libre. Segunda edición. México, D.F; Programa de Maíz. Pág. 1, 5,7.

Caroline, R.C., Jacobs, S.W.L. & Vesk, M. 1973. The structure of the cells of the mesophyll and parenchymatous bundle sheath of the Gramineae. *Bot. J. Linn. Soc.*, 66: 259-275.

Crow, J. F. 1960. Genetics of insecticide resistance: general considerations. *Miscellaneous Publication of the Entomological Society of América* 2. 69-74.

Dangl, J.L., and Jones, J.D.G. 2001. Plant pathogens and integrated defence responses to infection. *Nature* 411: 826-833.

Doebley J, Goodman JJ, Stuber CW. 1985. Isozyme variation in the races of maize from Mexico. *American Journal of Botany* 72(5): 629-639.

David Bergvinson, Alejandro Ramírez, Dagoberto Flores Velásquez y Silverio García-Lara. 2007. Mejoramiento de maíces criollos por integración de alelos, México D.F. CIMMYT, Pág. 1, 2,3.

Doebley J, Stec A, Wendel J, Edwards M. 1990. Genetic and morphological analysis of a maize-teosinte F2 population: Implications for the origin of maize. *PNAS*, Volumen 87; páginas 9888-9892.

Ellis, J., and Jones, D. 1998. Structure and function of proteins controlling strain-specific pathogens resistance in plants. *Current Opinion in plant Biology* 1:288-293.

Ellis, J., Doods, P., and Pryor, T. 2000. Structure, function and evolution of plant disease resistance genes. *Current Opinion in Plant Biology* 3:278-284.

FAO, 1979. Recommended methods for the detection and measurement of the resistance of agricultural pests to pesticides. *FAO Plant Protection Bull.* 27:29-32.

Galinat, W.C. 1994. The patterns of plant structures in maize. *In* M. Freeling & V. Walbot, Eds. *The maize handbook*, p. 61-65. New York, NY, USA, Springer-Verlag.

González A I J, J A Ruiz C, J Anguiano C, I Vizcaino V (2005) Recursos Edafoclimáticos para la Planeación del Sector Productivo en el Estado de Nayarit. Libro Técnico Núm. 1 INIFAP-CIRPAC Campo Exptal. Santiago Ixcuintla. Santiago Ixcuintla, Nayarit. 171p.

Hibon, A., B. Triomphe; M. A. López-Pereira, y L Saa, 1993, "El maíz de temporal en México: Tendencias, restricciones y retos", *Comercio Exterior* 43(4): 311-327.

Juan Carlos Pérez V, J. Antonio Rivera G. Y Fernando Arboleda R. 1985. Como seleccionar las semilla de su variedad de maíz. ICA.C.RL. Pág. 28,29

Mangelsdorf, PC y Reeves RG. 1938. The origin of maize. *PNAS* 24(8); Páginas 303-312.

Monge, L. A. 1986. Manejo Racional de Insecticidas. Resistencia y rotación. Editorial tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. p. 74.

Otegui, M.E., Mercáu, J.L. y Menéndez, F.J. 2002. Estrategias de manejo para la producción de maíz tardío y de segunda. En: E.H. Satorre (ed.), Guía Dekalb del Cultivo de Maíz. Servicios y Marketing Agropecuario, Argentina. ISBN 987-20358-0-6. pp. 170-184.

Onderdonk, J.J. & Ketcheson, J.W. 1972. A standardization of terminology for the morphological description of corn seedlings. *Can. J. Plant Sci.*, 52: 1003-1006.

Poehlman, John Milton. 2003. Mejoramiento genético de las cosechas, Limusa. Pág. 337, 343, 344.

Ruiz C J A, J J Sánchez G, M Goodman (1998) Base temperature and heat unit requirement of 49 Mexican maize races. *Maydica* 43:277- 282p.

Ruiz C J A, H E Flores L, J L Ramírez D, D R González E (2002) Temperaturas cardinales y duración del ciclo de madurez del híbrido de maíz H-311 en condiciones de temporal. *Agrociencia* 36:569-57p.

Sarasola de, M. A., E. J. Alliot, and A. A. Sarasola. 1970. Vuelco del maíz. II. Sus relaciones con altura, diámetro del tallo, volumen aéreo, volumen radical e índice parte aérea-raíz de las plantas. *Revista de investigaciones Agropecuarias, INTA.* 7:77-88.

SAGARPA, 2003. Boletín de Variedades Recomendadas de los Principales Cultivos con Indicaciones para las Épocas de Siembra y Cosecha Ciclo Otoño-Invierno 2003/2004. Dirección de Vinculación y Desarrollo Tecnológico. SAGARPA. México, D. F.

SAGARPA ,1990 -2004, Situación Actual y Perspectivas del Maíz en México.

SAGARPA, 2003, Anuario Estadístico Agrícola. Agenda estadística 2002/03. Gobierno del Estado de Chiapas.

SAGAR. Centro de Estadística Agropecuaria (2000). Situación actual y perspectiva de la producción de maíz en México, 1990 – 1999.

SDR, 2005. Plan rector sistema producto maíz de Chiapas, pág., 24, 25,26.

SNIM, 2008. Secretaria de economía.

Stojisin, D., and W. Kannenberg. 1994. Genetic changes associated with different methods of recurrent selection in five maize populations: I. Directly selected traits. *Crop Sci.* 34:1466-1472.

Thompson, D. L. 1972. Recurrent selection for lodging susceptibility and resistance in corn *Crop Sci.* 12:631-634.

Thompson, D. L. 1982. Grain yield of two synthetics of corn after seven cycles of selection for lodging resistance. *Crop Sci.* 1207-1210.

Wilkes, H.G. 1977. Hybridization of maize and teosinte, in Mexico and Guatemala and the improvement of maize. *Economic Botany*, Volume 31, Number 3, Pages 254 – 293.

<http://www.apps.fao.org/faostat> Consulta de bases de datos de producción mundial y comercio internacional de maíz.

<http://www.infoagro.com> Cultivo de maíz.

[www.infoserca.gob.mx](http://www.infoserca.gob.mx) Revista Claridades Agropecuarias No. 45 Mayo 2004

[www.agronet.com.mx](http://www.agronet.com.mx) El Contexto y la Perspectiva del Maíz 06 de Noviembre 2002. Autor: Jorge A. Rojo Leyva.

<http://apps.fao.org/faostat>

<http://www.sagarpa.gob.mx/v1/subagri/info/sust/itt/bvar/pv03/hgo.pdf>

<http://www.cimmyt.org/spanish/wps/mexico/resejecutivo.htm>

<http://www.sagarpa.gob.mx/v1/cgcs/boletines/2004/diciembre/B316.pdf>

[www.siap.sagarpa.gob.mx/siacon](http://www.siap.sagarpa.gob.mx/siacon) Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera SIAP, SIACON, SAGARPA. Consulta de Indicadores de Producción Nacional de maíz.

<http://www.oeidrus-veracruz.gob.mx> Datos de producción de maíz.