

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA



EXAMENES PROFESIONALES FACULTAD DE QUÍMICA

ASPECTOS AGROQUÍMICOS Y TECNOLÓGICOS DEL MAÍZ

TRABAJO MONOGRÁFICO DE ACTUALIZACIÓN QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE: QUÍMICO EN ALIMENTOS PRESENTA: CRISTOBAL JAIME RIVERO LOPEZ

21640





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO :**

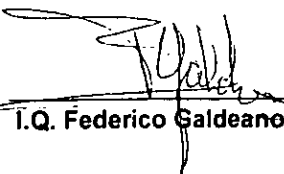
Presidente	Prof. Federico Galdeano Bienzobas
Vocal	Prof. Miguel Angel Hidalgo Torres
Secretario	Prof. Ma. del Rocío Santillana Hinojosa
1er Suplente	Prof. Lucia Cornejo Barrera
2do Suplente	Prof. Enrique Martínez Manrique

**LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA :**

Facultad de Química

**ASESOR :**

**SUSTENTANTE :**

  
I.Q. Federico Galdeano Bienzobas

  
Cristóbal Jaime Rivero López

A **DIOS.**

porque durante todo este tiempo has estado conmigo, **GRACIAS.**

A mi madre **IRMA Y. LOPEZ ORTIZ.**

Tu vida se apago pero tu ejemplo, amor y cariño continua en mi. **GRACIAS** por ser la guía de mi vida.

A mi padre **ANGEL RIVERO MADRID.**

**GRACIAS** por todo tu apoyo, tu amor y confianza, **GRACIAS** por aguantarme tanto tiempo y ser uno de los factores que influyeron en está formación como profesional.

A mis hermanas **LIZBETH y ANGELICA.**

**GRACIAS** por su cariño y apoyo durante todo este tiempo.

A mi hermano **ANGEL**

quien influyo en la decisión de estudiar está carrera. **GRACIAS** por tu apoyo.

A mi mejor amiga **GABRIELA M.**

Porque a pesar de todo te sigo amando..... **GRACIAS POR TODO.**

A mi abuelita **POLI**

Agradezco tu amor y cariño, tus preocupaciones, tus desvelos pero ante todo tu tiempo. **GRACIAS.**

A mi abuelita **ESPERANZA.**

Digno ejemplo de fortaleza y ganas de vivir. **GRACIAS.**

A mi tía **ELISA.**

**GRACIAS** por tu apoyo y cariño durante tanto tiempo.

A mi tío **JOSE. GRACIAS.**

**A mis AMIGOS Y AMIGAS**

Alejandro M., Ricardo S., Isidro V., David V., Ricardo F., Adrián C., Oscar S., Felipe R., José Luis M., Fernando C., José Luis L., Fernando N., Luis C., Joel C., Juan A., Manuel V., Edgar B., Francisco C., Salvador G., Gabriela M., Georgina M., Lidia R., Patricia H., Ofelia D., Ruth T., Reyna G., Edith O., Gloria S., Ana María I., Ivonne A. **GRACIAS.**

**A BRUTUS**

A la **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO** principalmente a mi segunda casa, a la **FACULTAD DE QUÍMICA**, la institución que me ha formado como profesional y lugar donde he pasado una de las mejores etapas de mi vida. **GRACIAS.**

Al Profesor **FEDERICO GALDEANO BIENZOBAS** y a la Profesora **LUCIA CORNEJO**, un agradecimiento muy especial por la ayuda prestada para la realización de este trabajo. **GRACIAS.**

A todos y cada uno de los **PROFESORES** del área de Alimentos. **GRACIAS**

**"NO IMPORTA LO QUE SUCEDA, MANTEN VIVO EL SUEÑO"**  
Alan Bartlett Shepard

**INDICE.**

	Página
1. INTRODUCCION.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. ASPECTOS AGROQUIMICOS DEL MAÍZ.....	4
3.1. Historia y origen del maíz.....	4
3.2. Mitología y leyendas.....	6
3.3. Clasificación Taxonómica.....	8
3.4. Origen botánico.....	8
3.5. Adaptación del maíz.....	10
3.6. Características estructurales.....	10
3.7. Composición química.....	15
3.7.1 Hidratos de carbono.....	16
3.7.2 Proteínas.....	18
3.7.3 Lípidos.....	20
3.8. Clasificación del maíz mexicano.....	23
3.9. Razas de maíz en México.....	24
3.9.1 Razas indígenas antiguas.....	26

	Página
3.9.2 Razas exóticas precolombinas.....	28
3.9.3 Razas mestizas prehispánicas.....	29
3.9.4 Razas Modernas incipientes.....	33
3.9.5 Razas no bien definidas.....	35
3.10. Clasificación del maíz según su tipo de endospermo.....	38
3.11. Plagas en el maíz.....	41
3.12. Producción de maíz en México.....	46
3.12.1 Sistemas de producción.....	46
3.12.2 Principales estados productores.....	49
3.13. Estacionalidad de la producción.....	52
3.14. El maíz en el TLC.....	54
3.15. Norma de Calidad Mexicana.....	57
3.16. Importaciones de maíz.....	58
3.17. Exportaciones de maíz.....	64
3.18. Producción de maíz en el mundo.....	67
<b>4. ASPECTOS TECNOLOGICOS DEL MAÍZ.....</b>	<b>72</b>
4.1. Usos.....	72
4.2. Consumo Humano.....	72

4.3	Consumo pecuario.....	76
4.4	Consumo de la industria almidonera.....	76
4.5	Otros consumos.....	77
4.6	Industria de la masa y la tortilla .....	83
4.7	Nixtamalización.....	86
4.7.1	Proceso tradicional.....	86
4.7.2	Proceso industrial.....	86
4.8	La industria de la harina de maíz nixtamalizada.....	88
4.9	Proceso de producción de la harina de maíz nixtamalizada.....	90
4.10	Maíces con valor agregado.....	93
4.11	Mejoramiento del maíz.....	97
4.11.1	Maíz de polinización libre.....	99
4.11.2	Métodos utilizados para el mejoramiento del maíz de Polinización libre.....	100
4.11.2.1	Selección masal.....	100
4.11.2.2	Mazorca por surco.....	101
4.11.3	Maíz híbrido.....	102
4.11.4	Líneas autofecundadas.....	103
4.11.5	Cruzas simples.....	106
4.11.6	Cruzas dobles.....	108



4.11.7	Cruzas de tres líneas.....	109
4.11.8	Cruza regresiva.....	110
4.11.9	Cruza regresiva simple.....	110
4.11.10	Cruza regresiva doble.....	110
4.11.11	Cruza múltiple.....	110
4.11.12	Variedades sintéticas.....	111
4.11.13	Cruzas de líneas hermanas.....	111
4.11.14	Cruzas radiales o mestizos.....	112
4.12	Híbridos y variedades de maíz en México.....	112
4.13	Mejoramiento de la calidad nutritiva del maíz .....	118
4.13.1	El gene Opaco-2.....	120
4.13.2	Calidad de la proteína.....	125
5	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>131</b>
6	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>134</b>
A.	ANEXO I : Variedades de maíz en México (Tablas).....	146
B.	ANEXO II : Híbridos y variedades de maíz liberados por el INIFAP hasta 1996.....	171
C.	ANEXO III : Norma de Calidad Mexicana para maíz.....	207

## 1. INTRODUCCION.

El maíz es el cultivo más importante en México y el que tiene mayor identidad con la cultura mexicana, la mitología precolombina de los pueblos de mesoamérica relaciona al maíz como elemento clave en el origen del hombre; el maíz es la materia prima esencial en la elaboración de la tortilla, alimento popular de zonas urbanas y rurales del país, que a la vez constituye más de la mitad del consumo diario en calorías y proteínas del pueblo, además el maíz es importante por su preeminencia social, ya que aglutina a más de las dos terceras partes de los productores agrícolas.

En México el maíz ha tenido por muchos años un proceso de selección y mejoramiento a condiciones agroclimáticas muy particulares y para usos muy específicos, creándose muchos tipos de maíces, generando productos muy diferentes e inclusive atendiendo algunos de estos a nichos de mercado con alto potencial de expansión, como es el caso del maíz Cacahuacintle (el nombre de Cacahuacintle deriva del Náhuatl *cacáhuatl*, cacao y *centli*, maíz) que solo se da en los Valles Altos (2200 a 2800 m.s.n.m.) y cuyo uso es muy específico (elote, pozole etc.) el cual produce elotes grandes con muchas hileras de granos blandos, anchos, medianos o largos, redondeados, lisos, con ligeras estrías, blancos y harinosos. Otro caso son los maíces cónicos morados del Valle de Toluca (apreciados para productos como tortillas, tlacoyos, quesadillas, etc.) o el maíz pepitilla de la cuenca del río Balsas considerado como el que produce la mejor tortilla, o el maíz bolita producido en los Valles Centrales de Oaxaca con el que se elabora una gran tortilla conocida como tlayuda, que con ningún otro maíz se puede elaborar.

La gran expansión de este cultivo se debe en gran parte a que es una especie vegetal con una gran área de adaptación bajo diversas condiciones ecológicas y de suelo como lo demuestra el hecho de cultivarse desde Canadá hasta Argentina, o sea prácticamente todos los países de América.

El maíz se perfila como el más valioso de los granos por el enorme potencial para ser usado en la alimentación humana, como forraje en la alimentación del ganado y por la gran cantidad de productos industriales que pueden obtenerse de este grano.

El doctor Zubirán calificó al maíz como causa de la dicha y de la desgracia del pueblo mexicano; la dicha, porque le ha dado sustento básico y le ha permitido desarrollar su cultura en la extrema variabilidad del país; de la desgracia, porque sus deficiencias nutritivas se reflejan en la salud y en el desarrollo de los individuos y del pueblo en su conjunto.

En realidad, el maíz no es mucho más malo que otros cereales, su valor nutritivo es semejante a la harina blanca de trigo y al sorgo, y sólo un poco más deficiente que el trigo integral, la avena y el arroz. Sin embargo las diferencias con estos últimos cereales no son tan marcadas como para asegurar que los países europeos son más fuertes porque comen trigo y nuestro pueblo más débil porque come maíz. La diferencia en realidad, estriba en la dieta total, o sea, en la forma en que los cereales se combinan con otros alimentos.

Como todos los cereales, el maíz es rico en hidratos de carbono y desequilibrado en sus proteínas, vitaminas y minerales. La principal deficiencia en cuanto a sus proteínas es la falta de dos aminoácidos esenciales, lisina y triptofano.

Se han hecho esfuerzos de diferentes instituciones para tecnificar la producción con una visión de altos rendimientos mediante el uso intensivo de insumos y semillas, de híbridos y variedades mejoradas. Se desarrolló por hibridación el llamado maíz opaco, con el fin de obtener un grano más rico en proteínas y en los aminoácidos indispensables, en los que es deficiente el maíz, sin embargo es muy susceptible a varias enfermedades y plagas.

No obstante las preferencias regionales, en la actualidad casi no se cultivan razas puras de maíz, sino los granos obtenidos de los cruzamientos más afortunados entre ellas, o sea el maíz híbrido, el cual se define como la primera generación de un doble cruzamiento hecho a partir de 4 líneas seleccionadas para la hibridación.

En este trabajo se pretende dar un panorama general sobre los aspectos agroquímicos y tecnológicos importantes del maíz, principal cereal de consumo en México.

## 2. OBJETIVOS

- Recopilar los aspectos Agroquímicos mas importantes sobre el cultivo del maíz en México
- Investigar el impacto tecnológico que tiene el maíz en la industria alimentaria.

### 3. ASPECTOS AGROQUÍMICOS DEL MAÍZ.

#### 3.1 HISTORIA Y ORIGEN DEL MAÍZ

Hace varios miles de años lo que sería el Maíz crecía como una simple hierba en tierras americanas mucho antes de que el hombre apareciera en el mundo. Para que esta hierba evolucionara hasta convertirse en la planta que hoy conocemos como maíz, fue preciso esperar el paso lento de milenios prehistóricos; las oleadas sucesivas de inmigrantes asiáticos que según la teoría más aceptada, entraron en América por el estrecho de Bering; tomó a estos hombres cazadores y recolectores muchos años llegar a lo que hoy es México y Centroamérica, en donde inventaron la agricultura, y se establecieron en lugares fijos; hasta que la agricultura se intensificó y se perfeccionó a tal grado que los hombres pudieron intervenir directamente en el cultivo y crecimiento de las plantas para llegar así al momento culminante de la domesticación del maíz, lo cual permitió que surgieran culturas tan importantes como la Olmeca, la Maya, la Teotihuacana y la Mexica. 59

La máxima expresión de domesticación del maíz fue su difusión y subsecuente diversificación en numerosas variedades adaptadas a las condiciones ambientales de toda Mesoamérica desde las zonas templadas del altiplano hasta las tierras bajas tropicales.

Se cree que fue domesticado por primera vez México, hace aproximadamente 5000 a 7000 años, aunque se desconoce dónde exactamente ocurrió ese proceso.

Aunque el maíz es muy importante, nuestro conocimiento sobre su historia evolutiva es muy reducido aún. En parte nuestra falta de conocimiento se debe a la complejidad del problema, pues la evolución del maíz es producto de la interacción de los procesos biológicos y los factores ecológicos con la dinámica cultural y los intereses humanos

Desde cuándo se ha cultivado y cuál es el origen del maíz son dos temas sujetos todavía a gran especulación. 54

El origen geográfico del maíz no se conoce con exactitud. Se han mencionado dos lugares como el posible origen del maíz: 1) los valles altos de Perú, Ecuador y Bolivia y 2) la región del sur de México y Guatemala.

Hay suficiente evidencia que indican que México fue el centro primario de origen, domesticación y dispersión del maíz y que las migraciones humanas lo llevaron a Sudamérica.<sup>19</sup> Aunque algunos investigadores han considerado la posibilidad de que el maíz haya surgido en épocas muy tempranas en América del Sur (Perú, Ecuador y Bolivia) lo cual sugeriría otro proceso de domesticación independiente, pocos aceptan tal hipótesis. Una de las razones de mayor peso para dudar de un origen independiente del maíz fuera de Mesoamérica es la carencia, en el sur del continente, de vestigios de las especies silvestres conocidas como ancestros o parientes muy cercanos del maíz, cuya distribución se circunscribe a México y, en menor medida, a Guatemala.

Otra teoría supone que el maíz primitivo se originó en el sureste de Asia y que de allí se extendió hasta el Nuevo Mundo en tiempos precolombinos, aunque esta teoría ha recibido poco crédito.<sup>77</sup>

Aun cuando esta planta es de origen mexicano, hoy la nombramos con el nombre que impusieron los españoles: "mahiz", vocablo de origen Haitiano, pues los españoles la conocieron en las Antillas. Los españoles al principio de la conquista lo llamaron "Panizo". Hasta mediados de 1700, en Europa le dieron muchas denominaciones: *Panicum*, *Triticum frumentum*, *milium indicum*, *Fruentum asiaticum* y *triticum indicum*.<sup>10</sup>

En 1750 el maíz recibió de Carlos Linneo su nombre científico: *Zea mays*. *Zea* que se deriva del vocablo griego *cerealis* para designar "grano" o "cereal", y *mays*, sonido de la palabra "maíz" de la lengua castellana.<sup>20</sup>

La nomenclatura Náhuatl es tan refinada que existen palabras para denominar los distintos estados de madurez de la mazorca: *xilotl*, cuando está tierna y lechosa, *elotl*, cuando es fresca y los granos ya están formados, y *centli*, cuando está seca. Los granos de la mazorcas secas se llaman *tlaoilli* y por extensión se llama así a la planta.<sup>8</sup> En Maya al maíz se le conocía como *lxí*; en Huasteco, *lziz*; en Otomí, *Detha* etc.<sup>19</sup>

### 3.2 MITOLOGÍA , LEYENDAS Y RITUALIDAD PREHISPÁNICAS

La importancia del maíz entre diversos pueblos de Mesoamérica se manifiesta no sólo en su dieta sino además en el nivel de mitos y leyendas, incluso asociados con la Génesis, por ejemplo en el Popol Vuh, o libro nacional del los Quichés, el cual contiene las ideas cosmogónicas y las antiguas tradiciones del pueblo Maya, en la historia de sus orígenes el maíz es considerado además de su principal alimento una fuente mágica, ya que fue materia prima de los dioses para la creación de los primeros seres humanos: 64

*"Había alimentos de todas las clases, alimentos pequeños y grandes, plantas pequeñas y plantas grandes. Los animales enseñaron el camino. Y molieron entonces las mazorcas amarillas y mazorcas blancas, hizo Ixmucané nueve bebidas, y de este alimento provinieron la fuerza y la gordura y con él crearon los músculos y el vigor del hombre. Esto hicieron los progenitores Tepeu y Gucunatz, así llamados"*

*"A continuación entraron en plática acerca de la creación y la formación de nuestra primera madre y padre. De maíz amarillo y de maíz blanco se hizo su carne; de masa de maíz se hicieron los brazos y las piernas del hombre. Únicamente masa de maíz entró en la carne de nuestros padres, los cuatro hombres que fueron creados. 73*

El Popol Vuh señala que después de la creación del universo los dioses crearon al hombre, pero en este proceso tuvieron varios fracasos, al intentar primero hacerlo de arcilla y luego de madera, pero solo el maíz fue el que pudo dar vida, sustancia e inteligencia al hombre.

En la mitología Náhuatl, el maíz también ocupa un papel preponderante en la creación del hombre, por ejemplo en la Leyenda de los Soles, fuente que habla de mitos y eventos históricos del centro de México, se registra, que cuatro soles o eras precedieron la llegada de Quetzalcoatl, y que el mundo estaba poblado únicamente por animales. 64

*"Finalmente el quinto sol, el del movimiento, da origen al hombre. Este el sol Naollín, el sol que vivimos, el sol de nosotros. Esta era, la de Quetzalcoatl, es la del advenimiento del alma. Es gracias a su intervencion la que evita que el quinto sol sea tan estéril como los anteriores y hace amonizar el movimiento del sol y de luna. Una vez el sol en movimiento, Quetzalcoatl se robó los huesos de sus antepasados y los regó con su propia sangre para dar origen al hombre, pero para darle de comer se disfraza de hormiga para hurtar del Tonacatépetl(Cerro de la Abundancia) un grano de maíz y en seguida lo llevó a Tomoanchan. Lo mascaron los dioses y lo pusieron en la boca del hombre para robustecerlo." 36*

La importancia de la planta de maíz lleva consigo otro signo de continuidad cultural: el de realizar ritos y ceremonias en torno a las etapas de su cultivo y consumo. Los principales dioses prehispánicos relacionados con el ciclo del maíz eran Tláloc, dios de la lluvia, Chalchiuhtlicue, diosa de las aguas terrenales, y Chicomecóatl, diosa de los mantenimientos; Cintéotl el dios del maíz, con su equivalente femenino, Centeocihuatl; Xilonen, la diosa de la mazorca tierna, e llamatecuhtli, la diosa del maíz seco. Finalmente la fiesta de la cosecha se dedicaba a Tezcatlipoca.

En la vida cotidiana, al maíz se le prodigaba un trato especial. Simbólicamente, antes de poner los granos a cocer, se les echaba vaho, alentándolos para que no temieran ser cocidos; y si los veían tirados, se apresuraban a recogerlos; de no ser así, " *el maíz se quejaba.... delante de Dios diciéndole: Señor, castiga a este que me vio derramado y no me recogió, o dad hambre porque no me menosprecien*". También en rituales adivinatorios se empleaban semillas de maíz. 8



### 3.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Los taxónomos basan su clasificación en la morfología y en la disposición de los verticilos florales y en las diferencias estructurales de otras partes constitutivas de la planta. Como lo muestra la tabla No. 1, el maíz presenta el siguiente perfil taxonómico.

Tabla No. 1

#### PERFIL TAXONÓMICO DEL MAÍZ

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pteropsidae
Clase	Angiospermae
Subclase	Monocotiledoneae
Grupo	Glumiflora
Orden	Graminales
Familia	Gramineae
Tribu	Maydeae
Género	<i>Zea</i>
Especie	<i>Mays</i>

40

### 3.4 ORIGEN BOTÁNICO

El maíz está clasificado dentro de una sola especie botánica, *Zea mays*. Al género *Zea*, lo encontramos comprendido en el grupo de las gramíneas más importantes como alimento para el hombre.

Pertenece a la familia Gramíneas o gramíneas (a la cual pertenecen entre 450 y 530 géneros y casi 5000 especies), tribu Maydeae. La tribu Maydeae comprende 8 géneros. Cinco son de ellos son orientales y tres americanos. Los géneros orientales

incluyen: Coix, Sclerachne, Polytoxa, Chionachne y Trilobachne, todos nativos de la región que se extiende desde la India hasta Birmania y de las Indias Orientales hasta Australia. Los géneros americanos de la tribu Maydeae son: Zea, Euchlaena y Tripsacum.

El maíz tiene dos parientes cercanos que son: el *tripsacum* y el *teosinte*. El *tripsacum* crece silvestre en las regiones este y sureste de Estados Unidos y en las Américas Central y del Sur. Se conocen especies de *tripsacum* con 18 y 36 pares de cromosomas. El *teosinte* (*Euchlaena*) es nativo de la región sur de México y en la colindancia con Guatemala: se considera el pariente más cercano del maíz.<sup>46</sup> La forma anual del *teosinte* tiene 10 pares de cromosomas que es el mismo número que se encuentran en el maíz.<sup>77</sup>

Es improbable que haya existido significancia de cruzamientos entre el maíz y *tripsacum* en los últimos miles de años. No se conocen híbridos espontáneos de estos miembros tan diferentes de la tribu Maydeae. Se han producido híbridos experimentales, pero para obtenerlos, se requiere una técnica especial (se necesita quitar las brácteas de las mazorcas o abrirlas y aplicar el polen del *tripsacum* en la base del estilo). Las semillas obtenidas de esta polinización artificial son imperfectas y se necesita un cultivo especial de los embriones en condiciones asépticas para asegurar que sobrevivan, se desarrollen y se obtengan plantas de dicho cruzamiento, en cambio el maíz se cruza fácilmente con el *teosinte*.<sup>57</sup>

Los 10 cromosomas del *teosinte* y del maíz son muy parecidos en su longitud y proporción de sus brazos cromosómicos, inclusive existe sinapsis parcial entre ellos y una gran homología que permite intercambios cromosómicos.<sup>77</sup>

Algunos investigadores consideran que el maíz, el *teosinte* y el *tripsacum*, tuvieron un ancestro común y representan tres líneas de evolución divergentes, siendo el *tripsacum* el más parecido al ancestro común y que por otra parte, existe menos divergencia entre el maíz y el *teosinte*, otros investigadores opinan que el maíz proviene del *teosinte*.<sup>28</sup>

Como podemos observar el origen del maíz es un problema aún no resuelto totalmente por los botánicos.<sup>9</sup>

### **3.5 ADAPTACIÓN DEL MAÍZ**

El maíz es una de las plantas más útiles al hombre. Una de sus principales características es su gran adaptación ya que se cultiva desde el Ecuador a diferentes latitudes norte o sur, desde el nivel del mar hasta más de 3200 msnm., en suelos y climas muy variables y con una tecnología muy diversa. Las principales regiones en el mundo con mejor productividad son:

1. El cinturón o faja maicera en EUA. con localización principal en Iowa e Illinois.
2. Cuenca del Danubio en Europa, extendiéndose desde el sudoeste de Alemania hasta el mar negro.
3. Llanuras del Río Po, en el norte de Italia.
4. Las llanuras del norte de China.
5. Noreste de Argentina.
6. Sudeste de Brasil.
7. América Central
8. Noroeste de América del Sur.
9. México.

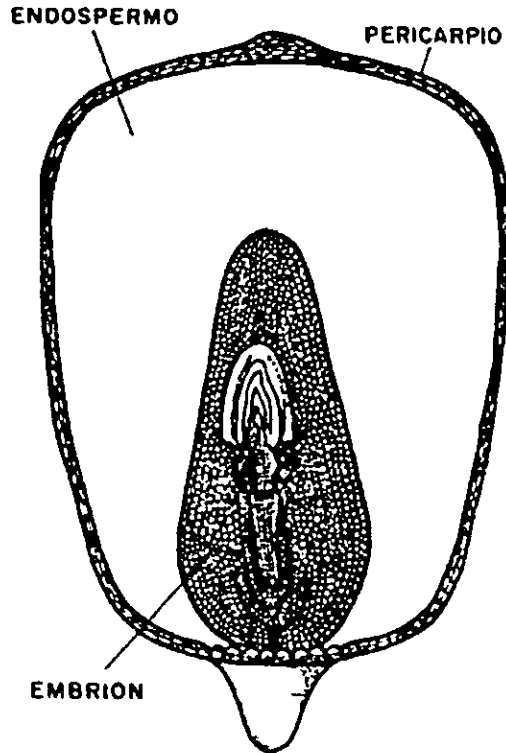
Se adapta mejor en suelos húmedos y fértiles, en regiones subtropicales templadas y en regiones tropicales altas, con temperaturas altas durante el día y bajas durante la noche.<sup>19</sup>

### **3.6 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES**

Todos los cereales (maíz, arroz, trigo, sorgo, mijo, etc.) pertenecen a la familia de las Gramíneas, y son muy similares en su estructura.

El maíz botánicamente es un fruto en cariósido conocido comúnmente como semilla o grano, cada grano es una "fruta" de la planta, con un peso promedio de 350 mg.<sup>75</sup>

Un grano de maíz consiste de 3 partes principales: el pericarpio o cáscara externa cuya proporción (dependiendo de la variedad) es de aproximadamente el 6% del grano, el germen representa el 11%, y el endospermo el 83% del grano. 9



El pericarpio tiene como misión proteger el interior de la semilla de eventuales ataques patógenos externos (hongos y bacterias).9 Está formado por aproximadamente 40% de celulosa y 40% de peptidoglucano, es una cubierta compuesta por una capa externa de células elongadas y empaquetadas dentro de un tejido muy denso. Se adhiere fuertemente a la superficie exterior de la aleurona y se cree que imparte propiedades semipermiables al grano de maíz. 90

El pericarpio está compuesto por cuatro capas delgadas, las cuales son:

1. **Epidermis:** es una capa de una sola célula de espesor; células con paredes gruesas con cutícula en la pared exterior, es una capa resistente, protectora.
2. **Mesocarpio:** presenta tres o cuatro capas de células; las células en la capa exterior tiene paredes gruesas similares a la epidermis y la capa exterior con células planas de paredes delgadas.
3. **Células cruzadas:** presenta capas de tres a cuatro células; células de paredes delgadas, unidas solo en los extremos de las ramificaciones, presenta muchos espacios intercelulares.
4. **Células tubulares:** es una capa de una sola célula, son células alargadas, paralelas, no ramificadas, unidas a los extremos y a veces en algunos puntos laterales.

Estas capas se encuentran unidas con la punta y cuya función es de absorber agua, además de ser el sitio donde la semilla se une al olote. El agua contenida en el pericarpio y en la raíz dentro del germen tiene alta movilidad, mientras que en el endospermo tiene baja movilidad.

**El germen (embrión)** se origina por la unión de los núcleos del grano de polen (paterno) y del saco embrionario (materno). Está compuesto por las siguientes partes: el eje embrionario, que comprende en 10% del germen y es una estructura que desarrollará la planta durante la germinación (tejidos rudimentarios de la planta); y el escutelo, que integra el 90% restante y almacena los nutrientes que se movilizarán rápidamente durante la germinación. La superficie del escutelo, en contacto con el endospermo, está cubierta de un epitelio secreto. Este epitelio es una capa profunda con células elongadas cuya función es generar enzimas amilolíticas ( $\alpha$ -amilasa) que se difunden dentro del endospermo, donde digieren al almidón y otros constituyentes para proveer de nutrientes al embrión.

El escutelo está formado por células parenquimales que contienen esferosomas (también conocidos como cuerpos oleosos) los cuales están constituidos de aceite líquido

y se encuentran en todas las oleaginosas. Los esferosomas contienen enzimas hidrolíticas, así como las enzimas necesarias para la síntesis de lípidos. La pared celular del escutelo, compuesta básicamente por hemicelulosa, es gruesa, porosa y con espacios interestructurales para facilitar el movimiento de materiales. Su capa exterior está formada por células secretoras que forman el contacto principal entre el embrión y el endospermo.

El endospermo constituye la principal y primaria reserva energética de la semilla. Dependiendo de la raza y la variedad, está compuesto en un 86–89 % por almidón en el diente harinoso. Se divide en dos regiones bien definidas: el endospermo harinoso y el endospermo corneo.<sup>78</sup> El endospermo harinoso (almidonoso) representa el 34% del peso total del endospermo, es de consistencia suave y de apariencia opaca, se caracteriza por tener células longitudinales y gránulos de almidón grandes y redondos, las células son más grandes cerca del centro y bajo la hendidura (depresión) del grano. Los gránulos, están arreglados holgadamente con una delgada matriz protéinica, que se rompe durante el secado y forman espacios vacíos. El endospermo corneo, es de consistencia y de apariencia translúcida, se caracteriza porque sus gránulos de almidón están incrustados de forma compacta en una gruesa matriz protéinica, lo que origina que estos, formen superficies angulares (poligonales) características de este arreglo, la matriz no sufre ruptura durante el secado.<sup>71</sup> Este endospermo, representa generalmente el 66% del peso total en maíz del tipo harinoso y su contenido de proteínas es de 1.5 a 2 % más que el endospermo harinoso. Sus células son alargadas de forma irregular inmediatamente debajo de la capa de aleurona.<sup>80</sup>

La capa más externa del endospermo es la aleurona, la cual está formada por una lámina sencilla de células de diferente forma, es generalmente una capa de una sola célula (de 2 a 3 células de espesor en algunas áreas limitadas); encierra el endospermo y el germen en la capa hilar donde diferentes células forman una capa continua con la aleurona, la única capa de endospermo sobre la faz del embrión; contiene proteína, aceite, minerales y vitaminas.<sup>75</sup>

La diferencia estructural entre ambos endospermos tiene un significado importante para la molienda en seco y húmeda de maíz. El endospermo corneo es duro y su

desintegración en partículas finas se dificulta, mientras que el almidón harinoso es fácilmente desintegrable. 100

Diferencias entre ambos endospermos:

- La composición química de ambos endospermos es similar, sin embargo el endospermo harinoso contiene mas grasa que el endospermo corneo.
- El almidón del endospermo harinoso se aísla con mayor facilidad que el del corneo.
- El endospermo del almidón harinoso se separa fácilmente de la proteína en una solución ácida de  $\text{SO}_2$ , a diferencia del endospermo corneo.
- La digestibilidad ( $\alpha$ -amilasa) del almidón del endospermo harinoso, es mayor que la del endospermo corneo.
- La viscosidad del almidón del endospermo harinoso, es mayor que la del endospermo corneo en amilograma neutro, ácido y alcalino.
- La temperatura de gelatinización del almidón del endospermo corneo es mayor que la del endospermo harinoso.
- En los geles de almidones, el almidón del endospermo corneo es duro y se adhiere mejor que el almidón del endospermo harinoso.
- La expansión del almidón del endospermo harinoso es mayor que la del almidón del endospermo corneo.
- El almidón del endospermo harinoso es superior al almidón del endospermo corneo en productos de panadería (pan y galletas). Esta diferencia no es debida a los almidones, pero sí a otros factores como estructura, proteínas o fibra. 40

### 3.7 COMPOSICIÓN QUÍMICA

Las características físicas y químicas de los granos de maíz, tales como tamaño, dureza, contenido de proteínas, grasas, azúcares, amilosa, triptofano y lisina varían en los diferentes tipos de maíz. <sup>63</sup>

La composición química de las tres porciones principales del grano de maíz (harinoso) se presenta a continuación, aclarando que la composición depende de la raza del maíz que se trate, aunque desde el punto de vista nutritivo, todas las razas de maíz que se producen en México, tienen una composición química similar.

Tabla No. 2  
COMPOSICION QUIMICA DEL MAÍZ( g/ 100 g. en base seca )

	Grano Entero	Almidón	Grasa	Proteína	Cenizas	Azúcar	Fibra cruda
Germen	10.5 - 13.1	5.1 - 10	31.0 - 38.9	17.3 - 20	9.38 - 11.3	10.1 - 12.5	1.8 - 2.9
Endospermo	80.3 - 83.5	83.9- 88.9	0.7 - 1.1	6.7 - 11.1	0.22 - 1.0	0.47 - 0.82	0.3 - 0.5
Pericarpio	4.4 - 6.2	3.5 - 10.4	0.7 - 1.2	2.9 - 3.9	0.29 - 0.52	0.19 - 0.52	16.0 - 17.0
Grano entero	100	67.8 - 74	3.9 - 5.8	8.1 - 11.5	1.27 - 1.52	1.61 - 2.22	1.8 - 2.0

Se muestra en la tabla No. 2 que el 85% del aceite de maíz está presente en el germen, debido a esto para prevenir la rancidez en el almacenamiento, el germen es generalmente removido por decorticación, proceso que hacen solo las empresas que se dedican a la producción de aceites, además el germen presenta el contenido más alto (80%) de minerales (cenizas), los cuales proveerán de nutrientes para el crecimiento del embrión.<sup>60</sup> Dentro de estos se encuentran los siguientes: potasio (0.35%), fósforo (0.22%) magnesio (0.17%), azufre (0.12%), calcio (0.03%), sodio (0.01%), y hierro (0.003%). También podemos observar que al hacer el análisis de un grano de maíz harinoso el contenido de almidón en el endospermo es muy alto, a diferencia de las otras porciones del grano.<sup>40</sup>



Tabla No. 3

VALOR NUTRITIVO DE LAS DIFERENTES CLASES DE MAÍZ, TRIGO Y ARROZ  
( en 100 g. de peso neto )

	Maíz Cacahuacintle	Maíz Amarillo	Maíz Blanco	Trigo	Arroz
Energía (Kcal.)	364.00	362.00	350.00	337.00	364.00
Proteínas (g.)	11.70	7.90	8.30	10.60	7.40
Grasa (g.)	4.70	3.70	4.80	2.60	1.00
Carbohidratos (g.)	70.80	73.00	69.60	73.40	78.80
Calcio (mg.)	159.00	158.00	159.00	5.80	1.00
Hierro (mg.)	2.20	2.30	2.30	0.90	1.10
Tiamina (mg.)	0.31	0.31	0.36	0.59	0.23
Riboflavina (mg)	0.24	0.08	0.06	0.22	0.03
Niacina	3.10	1.60	1.90	4.40	1.60

Como se mencionó anteriormente la composición depende de la raza del maíz del que se trate, en la tabla No. 3 se comparan tres razas diferentes de maíz, donde la principal diferencia se encuentra en el aporte de proteínas de cada una de las diferentes razas, así como en el aporte de niacina del maíz Cacahuacintle que es casi el doble del que aporta el maíz amarillo y el maíz blanco.

Los componentes mas importantes del maíz son :

### 3.7.1 Hidratos de carbono

Son los constituyentes químicos principales del maíz. Los polímeros estructurales y de almacenamiento, además de una amplia variedad de hidratos de carbono simples, son sintetizados en el grano en desarrollo. En la madurez, cuando la síntesis se ha completado, los azúcares representan únicamente el 2% del grano (base seca) y aunque esta en niveles muy bajos, son muy importantes para la síntesis y transferencia de energía. Los azúcares simples presentes en el grano son: sacarosa, glucosa, fructosa y la mayor porción está en el embrión. Dentro de los hidratos de carbono estructurales,

están las sustancias pécticas, hemicelulosa y celulosa formando parte de la pared celular.<sup>47</sup>

El almidón es el hidrato de carbono de almacenamiento del maíz, se encuentra dentro de gránulos en el endospermo y se genera dentro de un organelo celular llamado amiloplasto; mide 25  $\mu\text{m}$  de diámetro y difiere en dimensión y forma (dependiendo del tipo de endospermo en el que se encuentre) propiedades que son relativamente características para los distintos cereales.

Las moléculas de polisacáridos en los gránulos están organizadas radialmente; debido a la presencia alternante de capas deficientes y ricas en agua se pueden observar al microscopio diferencias en los índices de refracción. Los gránulos de almidón pueden ser gelatinizados y el intervalo de temperatura en el que se producen estos cambios así como la magnitud del hinchamiento a una temperatura dada, son característicos y pueden utilizarse para identificar la procedencia del almidón.<sup>50</sup>

Químicamente el almidón es una mezcla de dos polisacáridos muy similares: amilosa y amilopectina. La amilosa, producto de la condensación de hexosas (D-glucopiranosas) forma cadenas largas lineales que pueden tener 200 – 2500 unidades, con un PM de hasta un millón de daltones, la amilosa es un  $\alpha\text{-D-(1-4)}$  glucano, siendo la  $\alpha\text{-maltosa}$  la unidad repetitiva de esta estructura química. La amilopectina se diferencia de la amilosa por la presencia de ramificaciones y la forma molecular similar a un árbol en el que las ramas están unidas al tronco central por enlaces  $\alpha\text{-D-(1-6)}$ , el PM de la amilopectina es muy superior al millón, pudiendo alcanzar hasta 200 millones de daltones.

Los almidones ricos en amilosa gelatinizan a más alta temperatura y pueden ser usados para formar geles y películas, además, reducen el hinchamiento, la solubilidad y no dan pastas viscosas.

Una variedad de maíz llamado "cereo", esta constituida casi únicamente por amilopectina con un mínimo de amilosa. En la tabla No.4 podemos distinguir las características antes mencionadas.<sup>7</sup>

Tabla No. 4

	Amilopectina %	Amilosa %	Temp. de gelatinización (°C)	Tamaño de granulo (micras)
Maíz	73	27	62 - 72	5 - 25
Maíz rico en amilosa	20 - 45	55 - 80	67 - 80	5 - 25
Maíz céreo	99 - 100	0 - 1	63 - 72	5 - 25

### 3.7.2 Proteínas

Las proteínas en el grano se clasifican en: las de almacenamiento y las metabólicas (citoplasmicas). Las proteínas de almacenamiento, como las zeínas y glutelinas, son aquellas que:

1. tienen función metabólica a excepción de proveer nitrógeno para la germinación.
2. se forman relativamente tarde en el desarrollo de la semilla.
3. pueden ser almacenadas en paquetes separados, generalmente conocido como cuerpo proteínico, y
4. pueden estar compuestas por un número limitado de polipeptidos similares.

Las proteínas metabólicas, tales como las albúminas, globulinas y algunas glutelinas, se hidrolizan durante la germinación para liberar aminoácidos necesarios en el desarrollo del germen. 47

Las proteínas del maíz son una mezcla de varios tipos de proteínas. Para separar las clases de una muestra simple de maíz nos basamos en las diferencias en solubilidad de cada una de las proteínas: albúminas solubles en agua, globulinas solubles en solución salina o ácida, zeína soluble en etanol y glutelina soluble en solución alcalina. 48

Los factores que pueden influir en la extracción de proteínas son: genotipo, dureza del grano, edad y condiciones de almacenamiento de la muestra, procedimiento

de molienda, remoción de lípidos, tipo de alcohol y su concentración, tiempo y temperatura de extracción entre otros. ∞

Específicamente dos compuestos no proteínicos del germen afectan la extracción y solubilidad de las proteínas; el fitato y el aceite que pueden formar complejos con las albúminas y globulinas.

El contenido de aminoácidos en las diferentes fracciones del maíz se muestra en la tabla No. 5

La zeína, aporta cerca de la mitad del nitrógeno del grano pero nada de lisina y triptofano en su hidrólisis digestiva por lo que su valor biológico no es bueno. Como el valor nutricional puede ser relacionado directamente con el contenido de lisina del grano, se ha demostrado que el remplazo de zeína mejora este valor, las otras proteínas contienen niveles satisfactorios de lisina.

Tabla No. 5  
CONTENIDO DE AMINOACIDOS INDISPENSABLES (%mol)

Aminoácido	Patrón FAO*	Proteínas** (Endospermo)	Zeína	Proteínas (Germen)
Lisina	4.3	4.7	0.1	4.6
Treonina	3.9	4.9	3.0	4.4
Valina	4.2	7.1	3.6	6.6
Cisteína+Metionina	3.0	4.5	1.9	3.2
Isoleucina	3.5	4.0	3.8	3.2
Leucina	6.2	9.0	18.7	7.7
Fenilalanina+Tirosina	4.0	6.2	8.7	5.6
Triptofano	0.5	0.6	0	1.0
TOTAL	29.6	41.0	39.8	36.3

\*FAO 1973

\*\* Albúminas, globulinas y glutelinas en conjunto (sin zeínas)

El total de aminoácidos indispensables en zeína no significa alta calidad, ya que el exceso de leucina puede antagonizar la utilización de isoleucina. Las proteínas del embrión tienen mas alto valor nutricional que las proteínas del endospermo, debido al mejor balance de aminoácidos indispensables. ∞

La variación en la calidad de la proteína entre maíz normal y un maíz con alto contenido de lisina (opaco-2) resulta principalmente en una disminución en la proporción de la zeína con respecto a las proteínas glutelina, albúmina y globulina. 102

### 3.7.3 Lípidos

De la molienda húmeda del maíz para obtener almidones en México y EUA, y la molienda en seco, para obtener harinas en Venezuela y EUA, se produce como subproducto el germen, del que se extrae su contenido de aceite para el uso humano, y el residuo libre de grasa se utiliza en la alimentación animal.

Los triglicéridos son los lípidos de almacenamiento predominantes en el grano, los Fosfolípidos, glicolípidos, esteroides, ácidos grasos libres, carotenoides (precursores de la vitamina A), tocoferoles (vitamina E) y ceras son los lípidos encontrados en el grano de maíz en menor cantidad. 47

La función de la fracción lipídica no es bien conocida pero es constituyente importante de membranas. Por ejemplo, los fosfolípidos, carotenoides y tocoferoles tienen propiedades antioxidantes. Estructuralmente, los lípidos se encuentran dentro de los esferosomas (gotas microscópica de aceite), están rodeados de una capa membranosa de proteína-lípido-proteína con el lado lipofílico hacia dentro de la matriz lipídica, miden 1.09  $\mu\text{m}$  de diámetro y son más pequeños en el endospermo que en el germen.

- **Ácidos grasos:** Las propiedades de los aceites y grasas les son conferidas por los ácidos grasos, ya que éstos conforman el 95% del peso de la molécula. El contenido de ácidos grasos libres en el aceite crudo (expresado como oléico) usualmente varía de 1.5 - 4% y afecta el rendimiento del aceite refinado
- **Acilglicéridos:** Son ésteres de ácidos grasos y glicerol, de acuerdo con los hidrógenos sustituidos por grupos carboxilos, éstos pueden ser mono, di, o triglicéridos. Se determina el contenido de insaturaciones por el índice de yodo y el peso molecular promedio se calcula por el índice de saponificación

- **Fosfolípidos:** Son constituyentes universales de las membranas de las plantas, el aceite crudo contiene aproximadamente 1.5% de fosfolípidos, de los que el 75% puede precipitarse por el tratamiento del aceite crudo con agua o vapor, este material es precipitado y posteriormente deshidratado, es conocido como lecitina de maíz la cual tiene diversos usos en las industrias de alimentos, como la fabricación de chocolates y confitería, en la elaboración de margarinas, helados y pan, preparación de alimentos instantáneos. También es utilizado en la elaboración de antiespumantes, gasolina de alto octanaje, en la industria textil etc.
- **Esteroles:** Son compuestos isoprenoides ampliamente distribuidos en el reino vegetal, que tal vez actúan como componente estructural y funcional de las membranas. Los principales esteroides en el aceite de maíz son:  $\beta$ -sistosterol (69%), campesterol (26%), y stigmasterol (5%). Son importantes para el hombre porque se usan como materia prima en la síntesis de ciertas hormonas sintéticas animales, como la progesterona.
- **Tocoferoles:** Son de gran importancia ya que actúan como antioxidantes naturales, por lo que protegen al aceite de maíz, tienen alto valor nutritivo por que forman a la vitamina E.. La forma mas activa es el  $\alpha$ -tocoferol, el germen contiene del 70 al 86 % de los tocoferoles y del 94 al 96% es  $\alpha$ -tocoferol. Los tocoferoles se pierden lentamente durante la molienda húmeda del maíz.<sup>40</sup>

En el germen, los triglicéridos constituyen el 85% de los lípidos totales, los fosfolípidos 3%, los glicolípidos 2% y los lípidos insaponificables 4%, los triglicéridos mas abundantes, en orden decreciente son: trilinoleína, oleoilidilinoleína y palmitoilidilinoleína.

En el endospermo, los lípidos están formando complejos con almidón y proteínas, sus ácidos grasos son mas saturados que los del germen y contienen niveles altos de ácido palmítico, esteárico y linoléico así como bajos niveles de oleico y linoleico. Los lípidos en esta estructura son divididos en lípidos amiláceos y no amiláceos.

Los lípidos no amiláceos están constituidos por cada 100g de: 48 a 55% de triglicéridos, 19% de ácidos grasos libres, 4% de fosfolípidos, 6% de glicolípidos y 10% de insaponificables. Los lípidos amiláceos, son los que se encuentran dentro del gránulo y

tiene alta proporción de ácidos grasos libres (51 a 62g / 100g de lípidos amiláceos) y bajo niveles de fosfolípidos (24 ± 46g/100g de lípidos amiláceos). ∞

Dentro de los lípidos no saponificables tenemos a los carotenoides. Son hidrocarburos y se cree que son los precursores biosintéticos de derivados oxigenados como las xantófilas. La distribución en el grano es de 74 a 86% (g de carotenoide/100g de lípidos no saponificables) en el endospermo corneo y 9 a 23% en el harinoso, en el germen del 2 a 4% y en el salvado 1%. Debido a su estructura isoprenoide (sistema alternante de dobles ligaduras), los carotenos son muy sensibles a la luz, oxígeno, calor y ácidos, por eso durante el almacenamiento pierden parte de su actividad, lo mismo sucede con los pigmentos xantófilos (luteína y zeaxantina).

### 3.8 CLASIFICACIÓN DEL MAÍZ MEXICANO

El maíz es la única especie vegetal domesticada que ha logrado una distribución geográfica tan amplia (desde los 2900 metros en las faldas del volcán de Toluca hasta las playas arenosas de la zona marítima oaxaqueña).<sup>11</sup>

La condición orográfica del país y sus relaciones con el clima, generan una diversidad de nichos ecológicos, en los cuales no necesariamente rinden bien las variedades de maíz obtenidas en los campos experimentales. Como consecuencia de la aptitud selectiva de las etnias sobre el recurso genético, se ha producido una diversidad genética particularmente en el maíz.<sup>35</sup>

El maíz puede ser considerado casi como un "artefacto". Se origina y sobrevive dependiendo de la mano del hombre. Su forma (la altura de la planta, el número de hojas, el tamaño del grano y la forma de la mazorca) se debe principalmente a la presión selectiva del hombre, la cual interactúa siempre con las presiones naturales del medio físico y biológico. El cultivo del maíz es el medio donde se traslapan tanto la selección natural, que imponen los límites dentro de los que han tenido que maniobrar las sociedades prehispánicas, y la selección cultural en la que los antiguos agricultores seleccionaron que semilla sembrar y en donde. La variación en forma, adaptación y potencial del maíz mexicano es el resultado de esos procesos de selección. <sup>11</sup>

La clasificación de éste se hace a partir de razas: poblaciones de maíz cuyas semejanzas entre sí son mayores que con las de otras poblaciones, lo cual indica una mayor herencia genética compartida y un parentesco. Los investigadores han realizado la clasificación de la diversidad racial morfológica del maíz con dos propósitos principales: para aclarar la historia evolutiva del maíz en México y como base para efectuar el mejoramiento genético del cultivo.<sup>78</sup>

La clasificación de las razas de maíz en México fue realizada por Wellhausen y sus colaboradores (entre los años de 1943 y 1950) los cuales recolectaron más de 2000 muestras de maíz de las diferentes regiones de México.



La clasificación se baso principalmente en :

- a) Distribución geográfica
- b) Características vegetativas de la planta
- c) Características de la espiga
- d) Características de la mazorca
- e) Características fisiológicas, estudios genéticos y citológicos.<sup>76</sup>

Ha sido posible reconocer en México alrededor de 35 razas y sub razas de maíz mexicano distintas (tabla No. 6). Sin embargo, no todas las variedades encontradas pueden ser clasificadas íntegramente en razas y sub razas (la mayoría de las variedades recolectadas son mezclas de dos o mas razas).<sup>76</sup>

Una Raza se define como: Población de individuos de una misma especie con genotipos similares que manifiestan ciertos rasgos diferenciales heredables que a su vez, permiten separarlas de otras poblaciones. La formación de razas diferentes se originan por distintas modalidades de aislamiento que restringen la reproducción a un cierto numero de individuos. Dentro de una raza hay un alto numero de variedades.

Una Variedad se define como: el grupo de individuos de una especie y raza con rasgos diferenciales mas estrechos que aquellos manifestados por la raza. Las variedades agronómicas son producto de la selección humana que tiende a formar grupos de plantas similares con tendencias a su explotación económica. Las variedades se cruzan libremente y forman poblaciones diferenciales.<sup>9</sup>

### **3.9 RAZAS DE MAÍZ EN MÉXICO**

Los indígenas domesticaron e iniciaron la selección del maíz, contribuyendo en la formación de razas y variedades de maíz, posteriormente los agricultores han sido los encargados de su conservación por siglos.<sup>19</sup>

Las razas clasificadas de maíz en México se pueden dividir en 4 grupos principales: razas indígenas antiguas, razas exóticas precolombinas , razas mestizas

prehistóricas , razas modernas incipientes y sumando a las razas antes mencionadas tenemos a las razas no bien definidas 103

Tabla No. 6  
RAZAS DE MAÍZ EN MEXICO

RAZAS	TIPO DE MAÍZ
Indígenas antiguas	1)Palomero Toluqueño 2)Arrocillo amarillo 3)Nal-tel 4)Chapalote
Exóticas precolombinas	1)Cacahuacinte 2)Harinoso de ocho 3)Olotón 4)Maíz dulce
Mestizas prehispánicas	1)Cónico 2)Tehua 3)Jala 4)Zapalote chico 5)Zapalote grande 6)Reventador 7)Tabloncillo 8)Olotillo 9)Tepecintle 10)Comiteco 11)Pepitilla 12)Vandefío 13)Tuxpeño
Modernas incipientes	1)Chalqueño 2)Celaya 3)Conico nortefío 4)Boilita
No bien definidas	1)Conejo 2)Mushito 3)Onaveño 4)Dulcillo del noroeste 5)Complejo serrano de Jalisco 6)Zamorano amarillo 8)Maíz blando de Sonora

103.1

En el año de 1991, investigadores de la Sociedad Mexicana de Fitogenética, propusieron una nueva clasificación del maíz mexicano. Tabla No. 7

Tabla No. 7

## RAZAS DE MAÍZ EN MEXICO

1.-Dulce	12.-Ancho	23.-Nal - tel	34.-Tuxpeño
2.-Cacahuacintle	13.-Chapalote	24.-Conejo	35.-Tuxpeño norteño
3.-Palomero toluqueño	14.-Reventador	25.-Bolita	36.-Celaya
4.-Palomero de Chihuahua	15.-Elotes occidentales bofo	26.-Complejo cristalino de Chihuahua - gordo azul	37.-Chiquito
5.-Arrocillo	16.-Tabloncillo	27.-Zapalote chico	38.-Oloton
6.-Cónico	17.-Tablilla de ocho	28.-Zapalote grande	39.-Comiteco
7.-Elotes cónicos	18.-Tabloncillo perla	29.-Raton	40.-Tehua
8.-Cónico norteño	19.-Otaveño	30.-Olotillo-Dzit bacal	41.-Jala
9.-Chalqueño	20.-Blando	31.-Tepecintle	-----
10.-Complejo serrano de Jalisco	21.-Dulcillo del noroeste	32.-Zamorano amarillo	-----
11.-Pepitilla	22.-Apachito	33.-Vandeño	-----

66

A continuación se presentan algunas de las características de cada maíz según la clasificación de Wellhausen.

### 3.9.1 RAZAS INDIGENAS ANTIGUAS.

Las razas indígenas antiguas son aquellas que se cree se originaron en México, de un maíz tunicado primitivo ( parecido al *Z. mayz* var. *Tunicata* ) reliquias del cual se han encontrado en estudios arqueológicos en Nuevo México. Las caracteriza un endospermo del tipo de maíz reventador muy duro, que se revienta cuando el grano es calentado por lo cual se usa para hacer "palomitas". Las mazorcas son pequeñas y se asemejan a los maíces prehistóricos de América del Sur; actualmente se conocen cuatro de estas razas <sup>30</sup>

- **Palomero toluqueño:** Este es un maíz con planta aproximadamente de 1.7m de altura, muy precoz. Las mazorcas son de longitud corta o muy corta(10.5 cm) de forma cónica, con un adelgazamiento agudo y uniforme de la base al ápice, número de hileras elevado, de 20 o más; frecuentemente con las unidades del par de espiguillas separadas de tal forma que queda un espacio ancho entre los pares de hileras. Granos del tipo de maíz reventador con forma de arroz, pequeños, tanto angostos como delgados, pero relativamente largos en proporción a su espesor y anchura, agudos y frecuentemente con prolongación formando un pico; sin depresión, estrias causadas por las nervaduras de las brácteas; endospermo muy córneo, de color blanco grisáceo. Su nombre es el comúnmente empleado en la Mesa Central para los maíces reventadores de los que se hacen "palomitas" o "rositas". Debido a que esta raza de maíz se cultiva más en el Valle de Toluca, se le dio el nombre de Palomero Toluqueño. Esta es una raza estrictamente de las altitudes elevadas (entre 2200 a 2800 msnm.). Como sub razas se tiene a el Palomero poblano y el Palomero Jalisciense.
- **Arrocillo amarillo:** Maíz con planta aproximadamente de 1.50 m de altura. Mazorcas muy cortas (7 cm) amarillas y cónicas, con un número promedio de 15.4 hileras. Granos del tipo reventador, pequeños, muy angostos y delgados, redondos, en forma de cuña, sin depresión, estrias ligeras en toda la mazorca, endospermo muy córneo, amarillo; aleurona sin color; pericarpio sin color. Prolífico, produce por lo regular dos o tres mazorcas en cada tallo. Se ha encontrado el Arrocillo Amarillo, en su forma mas pura en Puebla y en el norte de Tlaxcala en elevaciones de 1600 a 2000 metros.
- **Chapalote :** Maíz con planta aproximadamente de 1.60 m y un tamaño de la mazorca de 14.5 cm. Se localiza en las llanuras costeras de Sonora y Sinaloa, sin embargo se adapta a una gran amplitud de altitudes, pues produce mazorcas a altitudes de 2200 metros, pero prospera mejor a bajas altitudes. Uno de los caracteres mas distintivos del Chapalote es el color café del pericarpio que se transforma en rosado o rojo en los híbridos.

- Nal – Tel : Maíz con planta aproximadamente de 2 m de altura y un tamaño de la mazorca de 11 cm. Este es el nombre que se usa comúnmente para designar esta raza en la Península de Yucatán. Es de origen maya "nal" significa mazorca y "tel" gallo. Probablemente el nombre se refiere a la precocidad de este maíz (característica poco usual en los maíces tropicales), el cual es ampliamente usado en esta región cuando el ciclo de lluvias viene muy retrasado. Esta raza ha tenido influencia en los maíces cristalinos tropicales de Cuba, Guatemala y posiblemente otras partes del Caribe. 103

### **3.9.2 RAZAS EXÓTICAS PRE-COLOMBIANAS**

Se cree que estas razas de maíz, probablemente fueron introducidas a México de Centro o Sudamérica en épocas prehistóricas. 30

- Cacahuacintle : Su distribución se encuentra limitada a altitudes de 2200 a 2800 m en la Mesa Central, en los estados de México, Puebla y Tlaxcala. Su nombre proviene del Náhuatl "cacauatl" que significa cacao y "cintle" maíz, o en otras palabras, maíz con granos parecidos a las semillas frescas del cacao. A pesar de que ya no es muy frecuente en su forma pura, su influencia se nota frecuentemente en las variedades eloteras que se cultivan para utilizar los elotes en estado fresco. Este maíz es utilizado por pequeñas industrias rurales que lo preparan y envasan para venderse como materia prima para la elaboración de pozole. Indudablemente el Cacahuacintle es una de las mejores razas eloteras y para elaborar pozole. Este maíz tiene un tamaño de la planta de 2 m y un tamaño de la mazorca de 17 cm.
- Harinoso de ocho : Puesto que los caracteres más sobresalientes de las mazorcas son sus granos y sus ocho hileras se le ha puesto a esta raza el nombre de Harinoso de ocho. Se encuentra en forma mas o menos pura, únicamente en tres localidades de la Costa del pacífico, a una altitud de 100 m, especialmente el

Valle del Yaqui y Ures en el Estado de Sonora y el Ejido de San Vicente en el norte de Nayarit. Encuentra su mejor adaptación en el trópico seco y a pesar de que ya no se encuentra con frecuencia en su forma original existe su presencia en las variedades eloterías del oeste de México. El tamaño de la planta es de 2.60 m y una mazorca de 19 cm. El Harinoso de ocho ha dado origen directamente al Tabloncillo extensamente cultivado e indirectamente al Jala, Bolita, Celaya y Conico norteño.

- Olotón : Esta raza está adaptada a altitudes elevadas, 2000 a 2400 m. Se utiliza el nombre Olotón para esta raza, puesto que una de sus características más sobresalientes es su elote relativamente gruesos en relación con la longitud del grano, el tamaño de la mazorca es de 21 cm y la planta tiene un tamaño de 3m. Presenta endospermo cristalino, blanco o amarillo; color de la aleurona segregado para morado, rojo y sin color; el pericarpio por lo regular es sin color. Su forma más pura se localiza en los valles altos de Chiapas y Guatemala.
- Maíz Dulce : El maíz dulce se encuentra principalmente en el estado de Jalisco, Nayarit, norte de Michoacán y norte de Guanajuato en elevaciones de 1000 a 1500 m. Este tipo de maíz presenta una planta de 2 m de tamaño y una mazorca de 11 cm. Las mazorcas presentan un endospermo azucarado, blanco o amarillo; pericarpio sin color o rojo. Este maíz se usa principalmente para confituras, tales como pinole, que es una harina endulzada hecha de los granos tostados y molidos, bolas hechas de granos tostados y esponjados, unidos con jarabe. También se usa este tipo de maíz en sopas y caldos en estado fresco.<sup>103</sup>

### **3.9.3 RAZAS MESTIZAS PREHISPÁNICAS**

Las razas mestizas prehispánicas según se cree, resultaron de hibridaciones entre las razas indígenas antiguas y las razas exóticas precolombinas; y de ambas con otra especie de gramínea que muchos autores han considerado como el ancestro del maíz : el *teocintle, teozinte o teosinte*. <sup>30</sup>

- **Cónico:** Se adapta a altitudes elevadas, 2200 a 2800 m. en los estados de México, Tlaxcala, Puebla y parte de Michoacán, Hidalgo y Veracruz. Presenta una planta de 1.70 m y una mazorca de 14 cm de tamaño. El nombre que se le ha aplicado a esta raza es muy apropiado puesto que la característica más sobresaliente de las mazorcas es su forma cónica. Los maíces eloteros de la Mesa Central están estrechamente relacionados con la raza cónico y quizá merezcan ser considerados como sub-raza del Cónico, cultivándose en pequeña escala para su consumo en forma de elote. Como los maíces eloteros del oeste de México, estos han sido seleccionados, probablemente por la misma razón, por el color morado de la aleurona, color cereza del pericarpio o ambos. Estos colores son, por lo regular más intensos en los maíces harinosos que en los dentados y la selección por color ha logrado mantener las variedades puras para endospermo harinoso preferido para maíces eloteros y para los destinados a la producción de tlacoyos, quesadillas y tortillas de color.
- **Reventador:** Este nombre se deriva de reventar y se aplica generalmente al maíz que revienta al ser tostado. La planta presenta una altura de 1.50 m y una mazorca de 17 cm de tamaño. Esta raza tiene usos especiales para la elaboración de "palomitas" o "rositas" y pinole. No se tienen datos que se use para hacer tortillas. Este maíz se extiende en altitudes desde el nivel del mar hasta 1500 metros, pero parece encontrar su mejor adaptación en elevaciones bajas de Sonora, Nayarit, Sinaloa, Jalisco, Colima, Michoacán y Guerrero.
- **Tabloncillo :** Esta es una raza precoz que se adapta a altitudes bajas, de 0 a 1500 m. El centro de distribución del tabloncillo está en el oeste de México en las llanuras de Jalisco y las llanuras, costas de Nayarit. Se ha recolectado a lo largo de la costa occidental hacia el norte hasta Ures, Sonora y en Baja California. Esta raza presenta una planta con un tamaño de 2.40 m y una mazorca de 20 cm.

- Tehua : Se adapta a altitudes medias de 600 a 1000 m. Únicamente se ha encontrado esta raza en el Estado de Chiapas, cerca de los límites con Guatemala. El tamaño de la planta es de 4m y el tamaño de la mazorca es de 18 cm.
- Tepecintle: Adaptado a altitudes bajas, 0 a 600 m y se encuentra en regiones costeras de los estados de Oaxaca y Chiapas. Su nombre es derivado del Náhuatl, "tepetl" cerro y "cintle" maíz, es decir maíz del cerro, que es el nombre vulgar como se conoce en Oaxaca. Presenta una planta de 2 m de tamaño y una mazorca de 15 cm.
- Comiteco : Esta raza tiene una adaptación a altitudes medianas, de 1000 a 1500 m. Se localiza más comúnmente en una región relativamente pequeña cerca de Comitán y Juncaná en el estado de Chiapas. Su nombre se deriva de la ciudad de Comitán Chiapas. Esta raza presenta una de las plantas mas grandes ya que su tamaño es de 5 m y una mazorca de 32 cm .
- Jala : Produce planta muy altas de 4 a 5 m de altura en su hábitat nativo; muy tardío. Adaptado a las alturas medias, alrededor de 1000 m. Se localiza en el valle de Jala, al sur de Nayarit y rara vez se encuentra fuera de esta área. Produce mazorcas excepcionalmente grandes (31 cm) al igual que sus granos, los cuales son anchos, gruesos, largos y de color blanco.
- Zapalote chico : Adaptado a altitudes bajas, alrededor de 100 m. Es relativamente abundante en las tierras bajas de la costa de Oaxaca y Chiapas . Su influencia en las variedades de la zona de Tierra Caliente y el la Costa Grande del estado de Guerrero es muy evidente. La planta no es muy grande ya que presenta un tamaño de 1.50 m. Las mazorcas tienen la cubierta o "totomoxtle" más gruesa de todas las razas mexicanas, con un tamaño de 9 cm. Los granos son cortos, de espesor y grosor mediano, fuertemente dentados y de harina



suave. Este maíz es muy cotizado en las zonas de producción por la alta calidad de las tortillas que produce. Zapalote es el nombre vulgar con que denomina a éste en el Istmo de Tehuantepec.

- Zapalote grande : Produce plantas cortas de 1.5 a 2.5 m y una mazorca de 15 cm de tamaño. Se adapta a altitudes bajas, más o menos de 100 a 600 metros, localizándose en las costas de Oaxaca y Chiapas. Variedades estrechamente relacionadas con el Zapalote Grande, pero con granos de textura más harinosa, son comunes en el Estado de Chiapas en altitudes entre 500 a 900 m.
- Pepitilla : Son plantas medianas de 2 a 3 m, con un período vegetativo mediano. El tamaño de la mazorca es de 20 cm, presenta granos muy angostos, delgados y extremadamente largos; el ápice del grano termina en una punta exagerada o pico. El grano no presenta estrías; endospermo suave y blanco; aleurona y pericarpio sin color. El nombre es una derivación castellana que se usa para designar este tipo de maíz en los estados de Guerrero y Morelos, donde se cultiva generalmente, se refiere a los granos que se asemejan a los de la calabaza, diminutivo de pepita. Se desarrolla en altitudes de 1000 a 1500m dentro de la cuenca del Río Balsas. Este maíz es muy cotizado ya que produce tortillas de la mejor calidad.
- Olotillo : Plantas altas, aproximadamente de 3 m, período vegetativo largo. Adaptado a bajas altitudes 300 a 700 m. Las mazorcas presentan un tamaño de 19 cm., son largas, delgadas, cilíndricas; granos muy anchos, de espesor mediano, con fuerte depresión; estrías poco profundas. Endospermo generalmente suave y blanco. Donde se le cultiva extensamente es en la cuenca superior del Río Grijalva, Chiapas, su nombre es derivado del Náhuatl "olote" en combinación con el sufijo diminutivo "illo", es decir maíz con olote muy delgado o chico. El centro de distribución del Olotillo se encuentra en la cuneta superior del Río Grijalva, a altitudes de 300 a 700 m. Actualmente también se localiza en la cuenca del Río Balsas en los estados de Guerrero y Michoacán.

- Tuxpeño : Plantas altas de 3 a 4 m. en su hábitat nativo; muy tardío. Mazorcas presentan un tamaño de 21 cm, delgada, cilíndrica, número de hileras 12 a 14. Granos anchos, medianamente gruesos; endospermo blanco, con dureza mediana; aleurona y pericarpio generalmente sin color. Su nombre se debe a la ciudad de Tuxpan, Veracruz, que es el centro de distribución de esta raza. Esta raza se cultiva extensamente y es la más importante de la costa del Golfo de México, desde el nivel del mar hasta los 500 m. de altura. Actualmente la mayor parte del maíz que se cultiva en la costa del Golfo proviene de variedades de esta raza. El maíz Tuxpeño es una de las más importantes razas de maíz desde el punto de vista de su influencia en las razas modernas productivas, tanto en México como en los Estados Unidos de Norteamérica, además de que produce tortillas blancas de muy alta calidad.
- Vandeyo: Altura mediana, aproximadamente de 2.5 a 3 m., período vegetativo mediano. Mazorcas de 20 cm, gruesas, cilíndricas con ligero adelgazamiento hacia el ápice; número de hileras 13.2 en promedio, granos de tamaño mediano, fuertemente dentados, estrías poco profundas, endospermo blanco, de dureza mediana, aleurona y pericarpio sin color. Esta es la raza más común a lo largo de la Costa del Pacífico, desde Chiapas hasta Michoacán, a elevaciones de 0 a 500 m. Se le ha encontrado tan al norte como Nayarit y Baja California. 103

#### **3.9.4 RAZAS MODERNAS INCIPIENTES**

Las razas modernas incipientes, que componen el cuarto y último grupo de razas bien definidas, son razas que se ha desarrollado desde época de la conquista y que aún no han alcanzado condiciones de uniformidad racial. En algunos caso el origen de estas razas es en realidad bastante reciente.30

- Chalqueño : Plantas medianas hasta muy altas, de 2 a 5 m. generalmente su periodo vegetativo es mediano, de 4 a 6 meses, las mazorcas presentan un tamaño de 20 cm, gruesas, promedio de hileras 16.6; adelgazamiento brusco y uniforme de la base al ápice. Granos angostos y delgados, largos con tendencia a ser punteados y con dentición mediana o fuerte; estrías ausentes; endospermo medianamente suave, de color blanco sucio; aleurona y pericarpio sin color. El nombre de esta raza fue tomado de Chalco, ciudad del Valle de México, que se encuentra a 35 Km. al sureste de la Ciudad de México. Es en esta región donde la raza ha obtenido su mayor popularidad y donde se cultiva casi exclusivamente. El Chalqueño tiene una distribución geográfica casi idéntica en tamaño a la del Cónico en la Mesa Central, pero debido a lo tardío que es, difiere del Cónico en la extensión de adaptación que tiene con respecto al factor altitud. Los límites superior e inferior de adaptación son aproximadamente de 1800 a 2300 m., respectivamente, mientras que los Cónicos varían de 2200 a 2800 m.
- Celaya : Plantas medianas, de 2 a 3 m., tardías. Mazorca de 22 cm de longitud, delgadas, cilíndricas, número promedio de hileras 12.4. Granos de anchura mediana, delgados y largos, fuertemente dentados, estrías poco profundas, endospermo blanco, de dureza mediana, aleurona y pericarpio sin color. El Celaya es la raza dominante en la región del Bajío, a altitudes de 1200 a 1800 m. La distribución geográfica de esta raza tiene su centro en las tres cuartas partes del estado de Guanajuato, hacia el sur, en los alrededores de las poblaciones de Celaya, Cortazar, Salamanca, Irapuato, Silao y el Valle de Santiago, donde además de ser conocido comúnmente como "Celaya" se llama también "Kansas" y "Cuatero". También se extiende hacia el oeste a lo largo del Río Lerma y en la región del Lago de Chapala, en los estados de Michoacán y Jalisco. Las variedades que generalmente se cultivan en las orillas del Lago de Chapala, son ligeramente más tardías que las que se cultivan en el Bajío y tienen el nombre vulgar de "Argentino".

- **Cónico norteño :** Son plantas cortas; precoces. Mazorcas de 14 cm, adelgazamiento mediano y uniforme de la base al ápice; promedio de hileras 16, granos angostos, delgados y largos, bastante bien dentados; estrías poco profundas, endospermo blanco, dureza mediana; aleurona y pericarpio sin color. Se le dio el nombre de Cónico Norteño a esta raza para distinguirla de la raza Cónico de la Mesa Central, tomando en cuenta la forma cónica característica de sus mazorcas y el hecho de que su distribución se encuentra en la parte norte del Bajío. El Cónico Norteño se ha encontrado cultivado extensamente en la región norte del Bajío, a elevaciones de 1600 a 2100 m., aún cuando se adapta mejor a los lugares de esa zona cuya altura varía de 1800 a 2000 m.. El Norte del Bajío comprende las partes septentrionales de los estados de Jalisco (Los Altos de Jalisco), Guanajuato y prácticamente todo Aguascalientes y Querétaro.
- **Bolita :** Plantas de 1.90m, precoces, mazorcas muy cortas (13 cm), cilíndricas; promedio por hileras 10.2; granos de anchura mediana, gruesos, cortos, con depresión pronunciada; estrías poco o medianamente profundas; endospermo blanco, de dureza mediana, aleurona y pericarpio sin color. El nombre de Bolita es el nombre vulgar con que se designa a esta raza en el Valle Central de Oaxaca, donde se cultiva. Bolita se refiere a la forma redonda de la mazorca. Esta raza es muy común en la Mesa Central de Oaxaca, a elevaciones de 900 a 1500 m.. Ciertas variedades de la parte norte de Oaxaca y Puebla, a elevaciones de 1000 a 1500 m. muestran una fuerte influencia del Bolita. Este maíz es utilizado en Oaxaca para producir un tipo muy especial de tostada muy grande conocida como "tlayuda" que no es posible elaborar con otro tipo de maíz. 103

### **3.9.5 RAZAS NO BIEN DEFINIDAS**

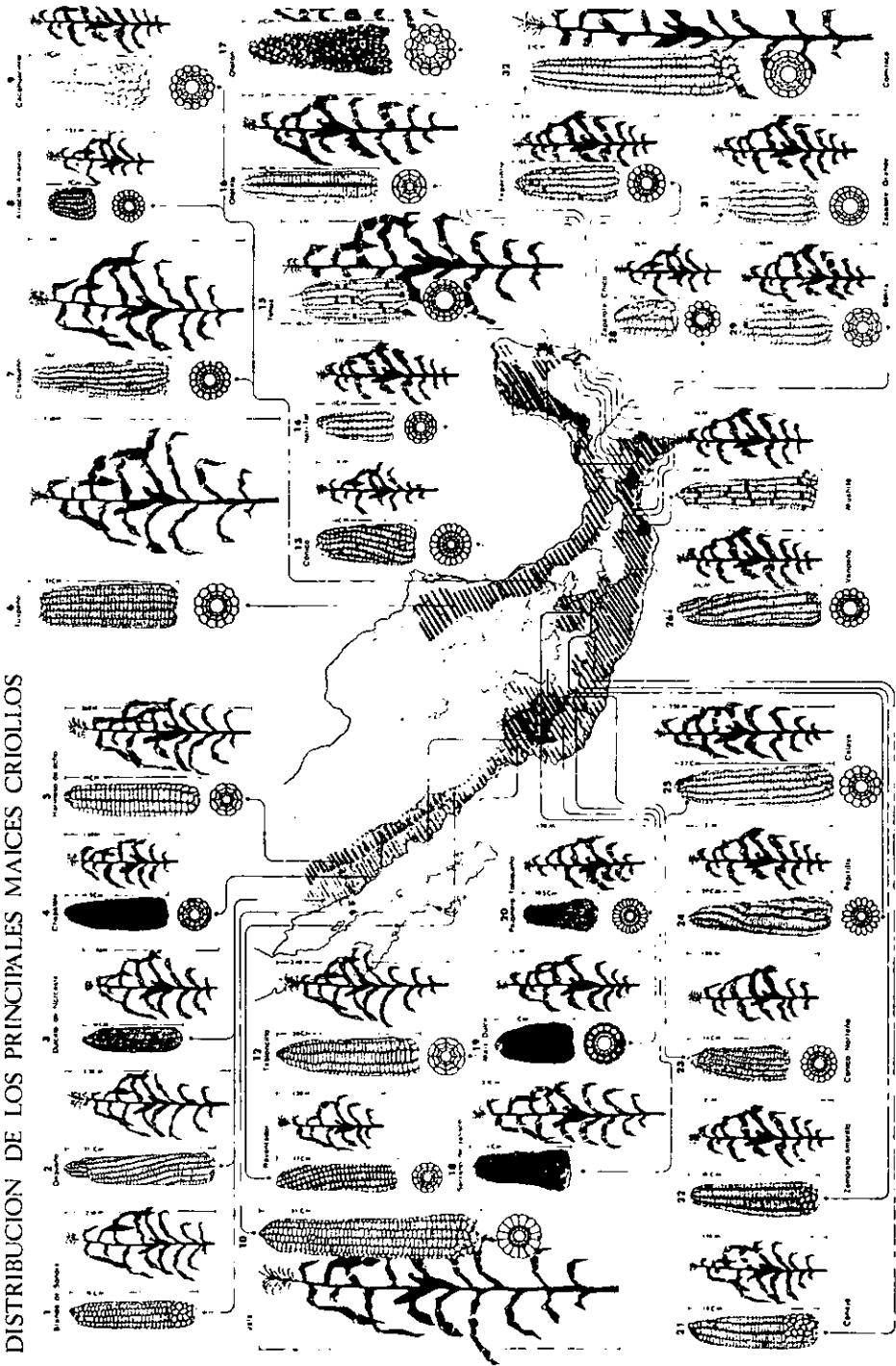
Se han agrupado aquí la categoría de Razas no bien definidas, aquellas razas o tipos que has sido recolectadas a partir de la década de los 50's o de las cuales se ha

reunido poca información para justificar su clasificación y la presentación de sus genealogías con un grado suficiente de seguridad. 30

- Conejo : Con frecuencia se ha encontrado en toda la cuenca del Río Balsas, en los estados de Michoacán y Guerrero, a elevaciones de 200 a 350 m., un tipo de maíz muy precoz, que con frecuencia se llama "Tres mesino"; con plantas relativamente cortas, en Chapingo, Estado de México, alcanza una altura de 1.6 a 1.9 m., sus mazorcas son de 18 cm de tamaño y granos de tamaño mediano; las mazorcas se encuentran dispuestas a poca altura del tallo. Uno de sus progenitores es indudablemente el Nal-Tel. El otro progenitor es probablemente el Tabloncillo.
- Mushito : Este es un maíz tardío, muy productivo que se cultiva a 2400 m. de altura, cerca de Suchixtepec, Oaxaca. Presenta la planta un tamaño de 1.90m., las mazorcas son generalmente cilíndricas, de 20 a 25 cm. de largo y de 10 a 12 hileras de granos bien dentados.
- Complejo Serrano de Jalisco : En la parte sur del Estado de Jalisco, existe una región montañosa relativamente reducida que se extiende hasta la parte norte de Colima e incluye el Volcán de Colima. Se han recolectado maíces en esta zona desde una elevación de 2700 m., próximo al límite superior para el cultivo del maíz en esta región, hasta 1500 m. de altura, donde las montañas se unen a los llanos de Jalisco. Según estudios parece ser que los maíces de esta región han resultado de la hibridación entre tres razas; específicamente, el palomero toluqueño, el Olotón y el Tabloncillo. La planta presenta un tamaño de 2.70 m y una mazorca con un tamaño de 14 cm. Los colores comunes de la mazorca de estas regiones son blancos, amarillos, rojos y diferentes tonos de anaranjados.

- **Zamorano amarillo :** Este es un maíz amarillo muy productivo que se encuentra principalmente en el Valle de Zamora, Michoacán, a elevaciones de 1500 m.. A juzgar por la apariencia de sus mazorcas y por los resultados de su autofecundación han intervenido en su formación cuando menos cuatro tipos básicos; especialmente, Cónico Occidental; Complejo Serrano de Jalisco, que contiene Olotón, Tabloncillo, y Cilíndrico dentado, Tuxpeño o Vandefío. La planta presenta un tamaño de 2 m. y una mazorca de 18 cm..
- **Maíz Blando de Sonora :** Este es un maíz harinoso recolectado en varios municipios del estado de Sonora a elevaciones de hasta 500 m. Difiere del maíz harinoso de 8 hileras y grano ancho, en que tiene una mazorca un poco mas corta(18 cm), un olote mas grande, un número mayor de hileras y granos de menor tamaño, el tamaño de la planta es de 2.10 m. Sin lugar a dudas el maíz blando de Sonora, es el mismo o cuando menos muy semejante a los maíces Pima-Papago del sur de Arizona en EUA.
- **Onaveño :** Este es el nombre vulgar que se usa para designar un tipo de maíz cristalino que se encuentra distribuido en la misma zona del maíz Blando de Sonora. Algunas de las variedades pueden ser el resultado de la influencia genética de Reventador en el maíz Blando, los cuales se encuentran en la misma región que el Onaveño. Presenta la planta un tamaño de 2.30 m y una mazorca de 21 cm.
- **Dulcillo del Noroeste :** En todo Sonora se ha encontrado un maíz dulce muy diferente del maíz Dulce de Jalisco, en las mismas regiones que maíz Blando, el Oveño y el Reventador. Difiere del maíz Dulce de Jalisco, en que tiene mazorcas mas largas y mas delgadas, generalmente adelgazadas en ambos extremos y granos de menor tamaño y de color amarillo pálido. También difiere del maíz Dulce común de Jalisco en su adaptación a la altura. Los maíces dulces del noroeste, se adaptan primordialmente a las tierras bajas y áridas de trópico, mientras que el maíz Dulce de Jalisco, es cultivado comúnmente a unos 1500 m. de altura y ha producido mazorcas relativamente normales (14 cm) hasta los 2200 m. de altura. 103

DISTRIBUCION DE LOS PRINCIPALES MAICES CRIOLLOS



PREP. POR: M. J. GARCIA  
 DISEÑO: M. J. GARCIA

### 3.10 CLASIFICACIÓN DEL MAÍZ SEGÚN SU TIPO DE ENDOSPERMO

En la actualidad el maíz se presenta en una amplísima variedad de formas, que se diferencia por la altura, periodo de desarrollo y características del grano. La principal variación encontrada en el grano radica en el carácter del endospermo, por lo que se pueden distinguir los siguientes grupos:

- *Zea mays indurata* (maíz cristalino)
- *Zea mays amylacea* (maíz amiláceo o maíz harinoso)
- *Zea mays everta* (maíz reventador o palomero)
- *Zea mays saccharata* (maíz dulce)
- *Zea mays tunicata* (maíz tunicado)
- *Zea mays indentata* (maíz dentado)
- *Zea mays cerea* (maíz céreo) con dextrina. 37

- a) Maíz cristalino: Se caracteriza por su endospermo duro, pero no reventador. Contiene una gruesa capa de endospermo cristalino, que cubre un pequeño centro harinoso. Generalmente el grano es liso y redondo. También es conocido en otros países como maíz "Flint". Argentina es el país que siembra el más alto porcentaje de éste maíz. Se usa como alimento animal y humano, así como para la obtención industrial de alcohol y almidón.<sup>37</sup>
- b) Maíz amiláceo o maíz harinoso: Tiene como característica principal su endospermo constituido por almidón suave o harinoso. En los principales países productores de maíz, se siembra poca superficie de este tipo de maíz. En México este tipo de maíz se usa para hacer pozole.
- c) Maíz reventador o palomero : Es una de las razas mas primitivas y es una forma extrema de maíz cristalino. Se caracteriza por un endospermo cristalino muy duro, que solamente tiene una pequeña porción de endospermo harinoso.



sus granos son redondos (como perlas) o puntiagudos (como arroz). Se emplea principalmente para consumo humano en la forma de rosetas (palomitas), dada su característica de expansión al someterse al calor.<sup>5</sup> La capacidad de reventar parece estar condicionada por la proporción de endospermo córneo, en el que los gránulos de almidón están incrustados en el material coloidal tenaz y elástico que resiste la presión de vapor generada dentro del grano al calentarse, hasta que alcanza una fuerza explosiva, que lo hace aumentar su volumen original unas 30 veces.<sup>40</sup>

- d) Maíz dulce : En este tipo de maíz , la conversión del azúcar en almidón es retardada durante el desarrollo del endospermo . Se utiliza principalmente en forma de elote el cual se debe encontrar en un estado lechoso-masoso (consumo fresco o como elote envasado en salmuera). Las variedades de maíz dulce son dentados, cristalinos o palomeros que han perdido la propiedad de producir almidón.<sup>19</sup>
  
- e) Maíz tunicado: Se caracteriza porque cada grano se encuentra encerrado en una vaina o túnica. La mazorca está cubierta con "espatas", como los otros tipos de maíz . No tiene en forma directa un aprovechamiento importante, para consumo humano. Se utiliza como ornamento o como fuente de gemoplasma en los programas de fitomejoramiento.
  
- f) Maíz dentado : Tiene una cantidad variable de endospermo córneo (duro) y harinoso (suave). La parte córnea está a los lados y detrás del grano, mientras que la porción harinosa se localiza en la zona central y en la corona del grano. Se caracteriza por una depresión o "diente" en la corona del grano, que se origina por la contracción del endospermo harinoso a medida que el grano va secándose. Se usa principalmente como alimento animal, materia prima industrial y para la alimentación humana. Se estima que el 95% de producción de EUA es con variedades de este tipo, aun cuando no se dispone de datos estadísticos publicados, es muy probable que en México se cultive mas o menos 95% de variedad de maíz dentado.<sup>40</sup>

g) Maíz céreo (waxi) : Es una forma de maíz que presenta un endospermo de textura ccrea. La diferencia con el almidón de maíz comn, est en que el almidn del maiz ccreo (waxi) est compuesto de 100% amilopectina, mientras que el almidn de maiz comn contiene 73% de amilopectina y 27% de amilosa. Este maiz se usa como materia prima para la produccin de almidn ccreo, en la molienda hmeda del maiz. Los tipos de maiz ccreo (nativo y modificado) son comercializados a nivel mundial debido a su estabilidad y a otras propiedades de sus soluciones, son usados por la industria alimenticia como estabilizadores y espesantes en pudines, salsas, pasteles, aderezos de ensaladas; en la industria papelera, en la elaboracin de papel engomado como adhesivo etc.

La subdivisin de la especie *mays* en subespecies o variedades botnicas es importante porque de acuerdo con la utilizacin que se desee del maiz o por sus caracteres tan amplios y bien definidos, las razas de maiz pueden quedar incluidas en uno u otro grupo taxonmico. 77

En general se observa que en la actualidad los campesinos siguen usando sus variedades tradicionales, a excepcin de que es difcil obtener buenas muestras de la raza Vandefio y Tepecintle que hace 50 aos abundaban y que han sido desplazados por variantes de la raza Tuxpeo provenientes de las costas del Golfo de Mxico, siendo muy reducido el empleo de maices mejorados y sus generaciones avanzadas no as la agricultura comercial que utiliza maices mejorados como se vera mas adelante.64

### **3.11 PLAGAS EN EL MAÍZ**

La importancia del control de plagas es obvia por los daños que causan a las plantas de maíz en las diferentes fases de su desarrollo. El cultivo del maíz tropieza con problemas desde su inicio, ya que el complejo de plagas en el suelo, hace su aparición tan pronto hay presencia de raíces en la tierra. Con el desarrollo de la planta se hacen presentes las plagas del follaje y durante la floración, fructificación y finalmente durante el almacenaje el cual recibe el ataque de otros tipos de insectos. <sup>32</sup> Tabla No.8

En México, donde se siembran anualmente entre 8 y 9 millones de hectáreas de maíz, se reportan alrededor de 40 especies de insectos y ácaros que dañan el cultivo en el campo y otras 31 especies de insectos en el maíz almacenado, pero solamente unas son plagas de importancia

Las pérdidas por plagas en el campo son difíciles de estimar, ya que se reportan pérdidas totales o parciales como en el estado de Jalisco donde se estima una pérdida promedio es de 2 toneladas de maíz por hectárea, tan solo por plagas. <sup>33</sup>

Tabla No. 8  
PLAGAS MAS COMUNES EN EL MAÍZ.

NOMBRE COMUN Y CIENTIFICO	DAÑOS	CONTROL
<p>* <b>Gusano saltarín</b> (<i>Elasmodiplos lignosellus</i>)</p>	<p>Las larvas viven en la base del tallo bajo la tierra, perforando el tallo hacia arriba, esto ocasiona que la plantitas se sequen</p>	<p>Se considera que la aplicación de insecticida es antieconómica e inefectiva, ya que los gusanos siempre se encuentran bajo tierra. En caso de infestación fuerte se recomienda un riego pesado.</p>
<p>* <b>Gusanos cortadores</b> (<i>Agrotis ipsilon</i>) (<i>A. Subterranea</i>) (<i>Euxoa auxiliaris</i>) (<i>Pendroma saucia</i>) (<i>Feltia subterranea</i>) (<i>Prodenia litafascia</i>)</p>	<p>Secciona la planta bajo o al nivel de la superficie del suelo (base del tallo) ocasionando su muerte. Un solo gusano puede destruir todas las plantitas de varios metros de surco.</p>	<p>En caso de infestaciones fuertes se recomienda el tratamiento terrestre de los focos de infestación con Dieltrín 20% a razón de 1 lt./ Ha.</p>
<p>* <b>Diabrotica</b> (<i>Diabrotica balteata</i>)</p>	<p>Daña las raíces produciendo acame de la raíz. Los adultos se alimentan de los estigmas y pueden interferir en la polinización y fecundación Mordisquean las hojas agujereándolas irregularmente por lo que la planta retarda su crecimiento e incluso ocasiona el achaparramiento de las mismas.</p>	<p>El control comprende la rotación de cultivos, el uso de variedades resistentes y la aplicación de insecticidas</p>
<p>* <b>Gallinas ciegas</b> (<i>Phyllophaga sp.</i>)</p>	<p>Las larvas se alimentan de las raíces de las plántulas, con frecuencia reducen la población de las plantas y las achaparran. Las plantas maduras que son dañadas pueden sufrir "acame del maíz".</p>	<p>La aplicación de insecticidas en el suelo al sembrar generalmente ayuda a controlar este insecto.</p>
<p>** <b>Gusano cogollero</b> (<i>Spodoptera frugiperda</i>)</p>	<p>Los gusanos se localizan en el cogollo del maíz, donde se alimentan de las hojas tiernas, las cuales al desarrollarse quedan agujereadas; cuando las infestaciones son severas las larvas suben al elote y lo barrenan por la parte inferior</p>	<p>Tanto los huevecillos como las larvas son predadas por otros insectos como son: catarinitas, crisopas, avispas etc. Los productos que han dado mejores resultados se encuentran los granulados Sevin 5% y Telodrin 1.5% de los cuales se pueden aplicar de 5 a 10 kg. / Ha.</p>
<p>** <b>Gusano elotero</b> (<i>Heliothis zea</i>)</p>	<p>Los gusanos se alimentan de los cabellitos (estilos y estigmas) del maíz y después de los granos tiernos del elote</p>	<p>El control de este gusano incluye el uso de variedades resistentes y el rociamiento de la zona de la mazorca con Sevin o bien Lorsben 4E. en dosis de 1 a 1.5 lt/Ha.</p>

NOMBRE COMUN Y CIENTIFICO	DAÑOS	CONTROL
<p>** Barrenadores del maíz (<i>ditraea grandiosella</i>)</p>	<p>-Al alimentarse de la hoja destruye la superficie foliar -Al horadar el tallo debilita la planta e incrementan el quebrado del tallo, disminuyendo los rendimientos.</p>	<p>Usualmente no hay necesidad de controlar la plaga, ya que las poblaciones son mermadas por los predadores y parásitos. Se pueden utilizar insecticidas granulados como en el caso del gusano cogollero.</p>
<p>** Saltamontes (<i>Melanoplus sp.</i>)</p>	<p>Bajo infestaciones leves, las ninfas y los adultos se alimentan de las hojas, estigmas y de las puntas de los elotes. Bajo infestaciones severas pueden comer toda la superficie foliar e incluso la planta entera.</p>	<p>Usar Sevin o bien Malation, esparcirlo sobre los surcos.</p>
<p>** Gusano peludo (<i>Estigmene acrea</i>)</p>	<p>Esta plaga puede dañar al maíz ya sea durante la época de nacimiento o cuando está fructificando. Cuando hay infestación en plantas de maíz empezando a formar elote, los gusanos se alimentan de los estigmas del jilote haciendo que los granos no se formen (mazorcas con pocos granos)</p>	<p>Se recomienda eliminar esta plaga cuando la planta es chica. Se recomienda usar Dipterox y Paration etílico en dosis elevadas.</p>
<p>** Pulgón de la hoja de maíz (<i>Rhopalosiphum maidis</i>)</p>	<p>Las plantas infestadas se cubren de mielecilla y posteriormente toman una coloración negraza, debido a la abundante fumagina que se produce en los excrementos melosos del insecto, las plantas infestadas detienen un poco su crecimiento y el rendimiento final es afectado.</p>	<p>Las infestaciones en maíz son muy esporádicas por lo que generalmente no hay que combatirlo.</p>
<p>** Trips claro (<i>Frankliniella occidentalis</i>)</p>	<p>Tanto las ninfas como los adultos raspan los tejidos y chupan la savia de la planta del maíz, las plantas muy infestadas presentan un aspecto enfermizo, se amarillan, acobollan y las hojas presentan manchas blanquiscas y necróticas.</p>	<p>Se recomienda una aspersión de DDT al 0.5%.</p>
<p>** Chicharrita del maíz. (<i>Dalbulus maidis</i>)</p>	<p>Esta plaga es muy importante porque es capaz de transmitir una enfermedad viral al maíz conocida como "achaparramiento", la cual se caracteriza por que las hojas de las plantas se ponen rojizas, el crecimiento natural se interrumpe.</p>	<p>Se recomienda la eliminación de las chicharritas usando insecticidas clorados.</p>
<p>** Pulga saltona (<i>Chaetocnema ectypa</i>)</p>	<p>La presencia de la pulga saltona es indicada por lesiones cortas y estrechas paralelas a las venas de las hojas. Bajo infestación severa el follaje de las plantas jóvenes parece secarse y blanquearse. Causa la enfermedad de Steward la cual puede producir el marchitamiento y la muerte prematura de las hojas.</p>	<p>Se recomienda la aplicación de insecticidas clorados en dosis medias</p>

NOMBRE COMUN Y CIENTIFICO	DAÑOS	CONTROL
<p>** Chinchas apestosas (<i>Euschistus servus</i>) (<i>Nezara viridula</i>)</p>	<p>Cuando la infestación es fuerte, el daño se manifiesta por el amarillamiento de las hojas del cojollo, ya que se alimentan chupando la savia de las plantas.</p>	<p>Las chinches pequeñas pueden controlarse rociando la base de la planta con Sevin</p>
<p>** Afidos de la hoja (<i>Aphids maidis</i>)</p>	<p>Por lo general aparecen primero en el cojollo y en las hojas superiores, pero procrean abundantemente en la espiga cuando está emerge, reduciendo la dispersión del polen. Absorbe la savia de las plantas y reducen la dispersión del polen, por lo que pueden reducir el rendimiento del grano</p>	<p>Se debe aplicar Diazinon granulado o Phorate granulado justo antes de la aparición de la espiga, cuando los afidos están apareciendo.</p>
<p>** Barrenador del tallo del maíz. (<i>Chilo zonellus</i>)</p>	<p>Se alimenten de las hojas durante algún tiempo y después horadan el tallo, matando el vástago central y produciendo "corazones muertos" lo cual significa una pérdida total</p>	<p>Se debe aplicar los insecticidas Sevin o Diazinon granulado</p>
<p>** Barrenadores rosas del tallo (<i>Sesamia inferens</i>)</p>	<p>Como el insecto anterior también horadan el tallo y matan el vástago central formando los corazones muertos.</p>	<p>Igual que el anterior.</p>
<p>*** Palomilla de los graneros (<i>Sitotroga cerealella</i>)</p>	<p>Está palomilla es la más destructiva para los granos almacenados. Su infestación puede comenzar en el campo, cuando el grano se encuentra en estado lechoso-masoso, o en el almacén, donde su daño se circunscribe en los primeros 30 cm de profundidad del grano almacenado. Solamente la larva se alimenta del grano (solo dejan la película delgada de la cubierta) y el grano tiene un sabor y olor repugnante</p>	<p>1) Combate Físico : Por refrigeración (económicamente poco práctico). Radiaciones. 2) Combate biológico: Predadores, Parásitos, Bacterias, Virus 3) Combate Químico : Feromonas, reguladores de crecimiento, trampas adhesivas.</p>

NOMBRE COMUN Y CIENTIFICO	DAÑOS	CONTROL
<p>*** Gorgojo del arroz o del trigo (<i>Sitophilus oryzae</i> L.)</p>	<p>En union con el gorgojo del maíz, constituyen las plagas mas importantes del grano almacenado. El adulto y las larvas se alimentan del grano. La larva de este insecto consume cerca de dos terceras partes del endospermo del grano durante su desarrollo. Las infestaciones pueden ocurrir en el campo cuando el grano comienza a madurar</p>	<p>4) Insecticidas: - Malatión : Tratamiento de silos, tratamiento superficial del grano, cordón sanitario. - Piretroides : Tratamiento de silos, combate de insectos - Butóxido de Piperonilo : Tratamiento de silos, combate de insectos. - Dieldrivos : Combate de insectos. - Metoxicloro : Tratamiento de silos, cordón sanitario. - Lindane y Diazinón : Cordón sanitario.</p>
<p>*** Gorgojo del maíz (<i>Sitophilus zeamais</i>)</p>	<p>Tiene preferencia por el maíz, reduce la semilla a polvo y cascarrilla. Los adultos vuelan de los graneros a los campos donde se inicia la infestación</p>	<p>2) Fumigantes: - Fostoxin : (como fosfina) Combate de insectos. - Bromuro de metilo : (como bromo inorgánico) Combate de insectos. - Cloropicrina : Como indicador de bromuro de metilo. - CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub> : Almósferas controladas - CCl<sub>4</sub> , Clorato de sodio, Diacetato de sodio. - Fumigantes - Amonia, Acido acético, Formaldehído: Grano para uso animal solamente. - Tierras diatomasa: Combate de insectos por abrasión.</p>
<p>*** Gorgojo del granero (<i>Sitophilus granarius</i> L.)</p>	<p>Este gorgojo y el del arroz, son quizás los insectos más destructivos a nivel mundial para los granos almacenados (maíz, trigo, sorgo, avena, cebada etc.) El daño es causado por el adulto y las larvas, sus infestaciones son limitadas ya que no pueden volar.</p>	<p>2) Fumigantes: - Fostoxin : (como fosfina) Combate de insectos. - Bromuro de metilo : (como bromo inorgánico) Combate de insectos. - Cloropicrina : Como indicador de bromuro de metilo. - CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub> : Almósferas controladas - CCl<sub>4</sub> , Clorato de sodio, Diacetato de sodio. - Fumigantes - Amonia, Acido acético, Formaldehído: Grano para uso animal solamente. - Tierras diatomasa: Combate de insectos por abrasión.</p>
<p>*** Gorgojo grande y negro del maíz (<i>Tenebroides mauritanicus</i> L.)</p>	<p>Es uno de los insectos mas grandes que atacan a los granos almacenados. La larva y el adulto van de grano en grano alimentandose del germen</p>	<p>2) Fumigantes: - Fostoxin : (como fosfina) Combate de insectos. - Bromuro de metilo : (como bromo inorgánico) Combate de insectos. - Cloropicrina : Como indicador de bromuro de metilo. - CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub> : Almósferas controladas - CCl<sub>4</sub> , Clorato de sodio, Diacetato de sodio. - Fumigantes - Amonia, Acido acético, Formaldehído: Grano para uso animal solamente. - Tierras diatomasa: Combate de insectos por abrasión.</p>

\* Insecto subterráneo.

\*\* Insecto del tallo, de la hoja y de la mazorca.

\*\*\* Insecto del grano almacenado.

### 3.12 PRODUCCION DE MAÍZ EN MEXICO

#### 3.12.1 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

La producción de Maíz en México es de gran importancia desde el punto de vista alimentario, político y social, a diferencia de EUA cuyo uso principal es pecuario e industrial.

Se ha clasificado en México tres tipos fundamentales de agricultura en maíz, según su entorno tecnológico y el tipo de material genético (variedades) idóneos a ofrecerse a los campesinos, los cuales son: agricultura empresarial (producción comercial), agricultura tradicional y la agricultura de subsistencia o de autoconsumo.

La agricultura de subsistencia se da en las pequeñas parcelas que poseen los productores, básicamente del sector social y que utilizan para autoconsumo, se usa generalmente maíces de bajo rendimiento, no está mecanizado; se localiza en áreas de temporal generalmente malo, no se fertilizan ni se controlan plagas, los rendimientos son menores a 2 ton/ha. El maíz obtenido se utiliza como alimento en cualquier época del año, donde la prioridad es la de asegurar el abastecimiento de comida para la familia (o como alimento para sus animales) consecuentemente, sobre el criterio de productividad esta el de calidad (maíz con las características para producir tortillas de buena calidad u otros productos alimenticios de acuerdo a sus hábitos culturales). Este es el factor que ha permitido que razas de maíces prehispánicos para usos muy diversos hayan podido sobrevivir a las presiones ejercidas por los programas gubernamentales orientados a la productividad, también se utilizan maíces de polinización libre. Este maíz que no entra en ningún canal comercial, les da la seguridad de disponer del grano cuando tengan necesidad, además de los productos asociados con la milpa que también representa alimento o en su caso ingreso para el productor (totomoxtle, cuiltlacoche, quelites, rastrojo para alimentos de animales, calabaza, chile, frijol etc.) que son productos de la típica dieta mexicana. 1, 13

La producción de maíz bajo agricultura tradicional está parcialmente mecanizada, generalmente se practica bajo temporal medio; usa fertilizantes y controla plagas, el



producto se destina al mercado y al autoconsumo, los rendimientos que se obtienen están entre 2 y 4 ton/ha. Las mejores semillas que se ofrecen para este tipo de agricultura son compuestos varietales, variedades mejoradas, criollos y compuestos criollos.

La agricultura empresarial, se caracteriza generalmente por ser mecanizada, bajo riego o buen temporal, usa fertilizantes, combate plagas y enfermedades, se produce principalmente para el mercado con rendimientos mayores de 6 ton/ha. Las semillas que se utilizan son las variedades mejoradas, sintéticos y de híbridos.

La agricultura empresarial o comercial, se utiliza para cubrir los requisitos de demanda comercial de los 7 sectores industriales del maíz. A través de los canales comerciales establecidos se hacen llegar a los industriales de la masa y la tortilla, los harineros, pecuarios, almidoneros, cerealeros etc. 1

El autoconsumo nacional esta estimado en 5 millones de toneladas anuales. 13

Basándonos en las tres categorías de agricultura en México, en la tabla No. 9 se propone un tipo de maíz apropiado a cada tipo de agricultura .

Tabla No. 9

TIPOS DE MATERIALES GENETICOS DE MAÍZ QUE SE UTILIZAN SEGÚN EL TIPO DE AGRICULTURA

CARACTERISTICAS	EMPRESARIAL	TRADICIONAL	SUBSISTENCIA
Población mejorada	Variedades mejoradas, sintéticos, híbridos en uso.	Compuestos varietales, variedades mejoradas, criollos y compuestos de criollos	Criollos
Uniformidad genotípica	Muy alta	Mediana a alta	Baja a mediana
Altura de la planta	2 – 2.3 m	2.3 – 2.5 m	3.0 m
Altura de mazorca	1 – 1.2 m	1.3 – 1.5 m	2.0 m
Resistencia a enfermedades	Buena	Buena – mediana	Mediana
Resistencia a insectos	Buena	Buena - mediana	Mediana
Color del grano	Blanco	Blanco	Blanco y otros

Dada la diversidad de maíces del cultivo se obtiene principalmente el elote, maíz grano (blanco para consumo humano), maíz amarillo, maíz para semilla, maíz palomero y maíz forrajero. Para 1996 el maíz grano participó en la producción total de maíces en un 76.3% mientras que el forrajero lo hizo en un 22.8% siendo ambos en 99.1% del total producido, el 0.9% restante lo conforman el elote, maíz amarillo, palomero y para semilla.<sup>13</sup>

El maíz grano (maíz blanco) normalmente se toma en consideración para contabilizar la producción nacional debido a que se produce en mayor cantidad en relación a los demás maíces, además es el de mayor potencial por el mayor precio que puede alcanzar en algunos mercados en el exterior.<sup>21</sup> Su tendencia nos indica que los demás volúmenes producidos irán en aumento, esto es necesario para atender la demanda de la población creciente a través de la incorporación de los nuevos avances tecnológicos, mayores rendimientos, mayor superficie de siembra, etc. La producción depende de los factores climáticos que no se pueden controlar sobre todo porque la mayor parte de la producción es de temporal.<sup>22</sup>

La baja mecanización del cultivo del maíz en México implica el uso de 10 a 15 veces más mano de obra que la usada en los EUA para producir una tonelada de grano, lo que reduce el costo de la producción a menos de un tercio de lo gastado; considerando la uniformidad, el buen ambiente de producción de la faja maicera de EUA y la concentración de la tenencia de la tierra, los productores maiceros mexicanos, jamás podrán enfrentar una competencia abierta, aun logrando rendimientos mayores de 6 ton/ha. Sólo si se considera la calidad del producto mexicano y la erogación de los fuertes costos de transportación y distribución, que ha subsidiado tradicionalmente el Estado Mexicano, podría existir una competencia menos desleal.

La situación del cultivo de maíz en México ha sido estudiada por diferentes investigadores, la cual resulta compleja, porque como causa de los bajos rendimientos promedio y de la baja redituabilidad del cultivo, existen los de tipo político, socioeconómico, técnico y cultural, que en conjunto con las limitaciones ambientales no han permitido la aplicación de soluciones simples, rápidas y funcionales.<sup>55</sup>

**3.12.2 PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES.**

Dentro de los principales estados productores de maíz grano se encuentran : Sinaloa, Estado de México, Jalisco, Chiapas, Michoacán y Guanajuato, aunque prácticamente en todo el país se cultiva maíz en mayor o en menor cantidad, como se puede ver en la Tabla No. 10

Tabla No. 10

**PRINCIPALES ENTIDADES PRODUCTORAS DE MAÍZ GRANO (Miles de toneladas)**

ENTIDAD	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
CHIAPAS	1075	983	1607	1594	1096	1696	1544	1486	
GUANAJUATO	666	533	784	1256	1020	824	757	558	
JALISCO	2226	2311	2421	2380	2125	2231	2328	2074	
MEXICO	2397	1756	1901	1233	1562	2146	2251	2309	
MICHOACAN	905	979	921	1061	1042	1293	1131	1102	
PUEBLA	1077	1020	1164	1019	881	1064	1183	869	
SINALOA	318	821	960	2449	2762	2027	1996	2744	
OTROS	5971	5848	7170	7134	7747	7071	7134	6942	
<b>TOTAL</b>	14635439	14252500	16929342	18125263	18235.826	18352856	18025952	17656428	1641000*

\* Estimado

44,80,84

El Estado de Jalisco en 1996 participó con el 12.9% de la producción total, siguiendo el Estado de México con el 12.5%, todos los demás estados participan con valores menores del 10%. Para 1997 el Estado de Sinaloa produjo el 15.2% de la producción total del maíz, el Estado de México el 12.8% y Jalisco paso a ser el tercer

productor nacional de maíz con el 11.5%. Cabe señalar que Sinaloa paso de una producción de 317,517 toneladas de maíz en 1990 a 2,744 miles de toneladas en 1997. Este incremento se debe principalmente a que los precios del maíz se elevaron y los productores sustituyeron sus cultivos de trigo y soya.

Para 1998 la producción de maíz grano en México estima un total de 16.4 millones de toneladas, lo que se traduce en una reducción del 7.05% respecto a los 17,656 millones de toneladas de 1997. En los últimos 8 años la tasa anual de crecimiento promedio fue de 3.1% siendo 1990 el año en donde se presentó una mayor producción aumentando 34% respecto al año anterior pasando de 10.6 a 14.6 millones de toneladas.

Según cifras de USDA, México registra una producción promedio de 18.0 millones de toneladas y un consumo de 22 millones de toneladas anuales, dichas cifras representan el 3.1% de la producción mundial y el 3.8% del consumo total, respectivamente, la producción en el periodo presenta una caída del 2,5 % promedio anual.

A nivel nacional los principales estados productores de maíz son los que más lo consumen. En este caso tanto Jalisco como Estado de México, consumen el 14,6% y 13,4% de la producción nacional respectivamente, cabe mencionar que ambos estados presentan un déficit de granos por lo que los maíces producidos localmente no son los que demanda la industria alimentaria y ganadera (maíces amarillos y blancos para harina).

La tabla No.11 nos muestra a 14 estados, que representan el 82% del consumo total nacional de aproximadamente 22,960 millones de toneladas, cantidad que se encuentra por arriba de la producción nacional. Entre los estados que consumen cantidades muy pequeñas (menos del 1% en relación al consumo total) tenemos a Zacatecas, Aguascalientes y Quintana Roo.<sup>13</sup>

Se observa que a nivel nacional existe un déficit en la producción de mas de 4 millones de toneladas en relación al consumo total nacional.

Tabla No. 11

ENTIDAD	CONSUMO (miles de toneladas)	PRODUCCION PROMEDIO (Ton.) (93 - 97)	PARTICIPACION %	DEFICIT O SUPERAVIT (Toneladas)
JALISCO	3354	2303	14.6	-1,051
EDO. DE MEXICO	3069	1907	13.4	-1,162
BAJIO	2137	—	9.1	---
D.F.	1771	17	7.7	-1,754
VERACRUZ	1382	945	6	-437
PUEBLA	1169	1074	5.1	-95
NUEVO LEON	1034	89	4.5	-945
GUANAJUATO	997	826	4.3	-171
MICHOACAN	793	1026	3.5	233
SONORA	657	461	2.9	-196
SINALOA	656	1554	2.9	898
TAMAULUPAS	593	767	2.6	174
CHIAPAS	592	1349	2.6	757
CHIHUAHUA	578	617	2.5	39
OTROS	4177	4036	18.2	-141
TOTAL	22,960	18,078	100	-4.88

13,44

### 3.13 ESTACIONALIDAD DE LA PRODUCCION

Para contabilizar la producción en México se maneja el esquema de año agrícola que considera el periodo Otoño-Invierno (OI) mas Primavera-Verano (PV).

El ciclo agrícola se inicia con las siembras de OI durante el mes de Octubre y termina el año siguiente en el mes de Marzo en algunas regiones. La cosecha comienza en Enero y finaliza en Septiembre. 84

Para el ciclo PV las siembras empiezan en Marzo y concluyen en Septiembre, sus cosechas inician en Mayo y finalizan el mes de Marzo del año siguiente, esto lo podemos ver mas claramente en la Tabla No. 12

Tabla No. 12

#### AÑO AGRICOLA POR CICLOS ( Meses del calendario )

CICLO AGRICOLA	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	
Ciclo OI																					
Ciclo OI																					
Ciclo PV																					
Ciclo PV																					
AÑO AGRICOLA	1996				1997								1998								

siembras

El 60% de la superficie sembrada con maíz corresponde al ciclo PV o de temporal, en su mayoría bajo condiciones de roza-tumba-quema o de roza-quema, practicado en lomeríos suaves o abruptos en un 70%, la restricción natural mas importante es el relieve y en menor medida es el tipo de suelo. 85

En caso que se requiera contabilizar la producción de un año calendario se toman en cuenta las cosechas obtenidas en los diferentes ciclos que integran el año en cuestión, la producción nacional y por tanto la oferta se da a lo largo de todo el año.

siendo Diciembre, Enero, Febrero y Marzo los meses en donde mayor volumen se cosecha. Tabla No.13

La producción en México es posible desarrollarla durante todo el año debido a la gran variedad de semillas existentes adaptadas a diferentes regiones, pudiéndose sembrar desde el nivel del mar hasta cerca de los tres mil metros de altura. Esto mismo hace que la banda del periodo de siembra sea bastante amplia logrando con esto tener maíz a lo largo de todo el año.

La mayor producción se logra del ciclo PV que es de temporal, la producción principal durante el ciclo OI está dada por el Estado de Sinaloa, utilizando para esto tecnología de riego. Esto nos da una ventaja comparativa que se pudiera aprovechar para obtener maíces diferenciados en términos de calidad, específicos de cada región, durante todo el año.<sup>54</sup>

Tabla No. 13

## AÑO CALENDARIO (Meses calendario)

CICLO AGRICOLA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Ciclo PV Cosechas 1997	■	■	■									
Ciclo OI Cosechas 1997 / 1998	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Ciclo PV Cosechas 1998					■	■	■	■	■	■	■	■
AÑO CALENDARIO	1998											

Fuente : CEA. SAGAR

64

Las limitaciones ambientales (90% de la producción de maíz en mal temporal) marcan limitaciones técnicas, que aunadas a factores políticos, socioeconómicos y culturales (control de precios, minifundios etc.), han ocasionado dificultades para lograr la autosuficiencia.<sup>55</sup>

### **3.14 EL MAÍZ EN EL TRATADO DE LIBRE COMERCIO**

Recientemente el mundo empezó a vivir una nueva etapa de desarrollo económico caracterizada por la globalización de la producción y del comercio. Nunca antes habían estado vinculados los procesos productivos y comerciales. Actualmente la toma de decisiones involucra la consideración de los numerosos factores que trascienden las fronteras de los mercados nacionales. No sólo se producen cada vez más para mercados foráneos, sino que los mismos procesos productivos son a menudo un simple eslabón de la gran cadena productiva a escala mundial.

Dentro de las relaciones comerciales internacionales se han generado una gran cantidad de acuerdos para facilitar los intercambios de mercancías entre las naciones. Estos tipos de acuerdos promueven y obligan a las partes involucradas a mejorar sus sistemas productivos, calidad de productos, infraestructura de todos tipos, etc. Con el fin de ser competitivos y poder permanecer dentro de los mercados abiertos, en donde la competencia entre naciones es cada vez más intensa.<sup>91</sup>

La apertura del comercio de México al mercado global por medio del TLC y otros tratados comerciales –Ronda de Uruguay del GATT- con diferentes países ha generado presión para que los productores agropecuarios modifiquen sus esquemas organizacionales y de producción para poder hacer frente a la competencia internacional, en especial de EUA.

Los objetivos que México busca con este tratado en materia agropecuaria son:

- a. Garantizar el acceso de las exportaciones mexicanas al mercado de EUA y Canadá.
- b. Favorecer la capitalización del campo mexicano, mediante la eliminación de aranceles, tanto a las importaciones como a la exportaciones.
- c. Establecer condiciones y reglas claras y equitativas para el intercambio de productos agropecuarios.



- d. Impedir que las restricciones sanitarias, fitozoosanitarias y estándares de comercialización constituyan una barrera injustificada al comercio de productos agropecuarios.
- e. Establecer plazos de apertura con la suficiente gradualidad para lograr la reconversión y ajuste de la producción agropecuaria.
- f. Favorecer la inversión en el campo, tanto nacional y extranjera, apegada a la Constitución.
- g. Obtener reciprocidad por la acciones de apertura comercial.
- h. Promover la sustitución de cultivos tradicionales de baja productividad, a favor de productos con un potencial mayor orientado al mercado externo.
- i. Aprovechar las economías de escala y promover el desarrollo de productos con un mayor valor agregado.

Debido a la gran importancia del maíz en la agricultura mexicana, en las negociaciones del TLC se consideró de manera especial a este producto, por ello, junto con el frijol y la leche en polvo, al maíz se le asignó el período de desgravación más largo, que es de 15 años.

El tratado adopta un gran mercado regional de grano de maíz, harina nixtamalizada y la tortilla. Los industriales de la tortilla podrán comprar libremente su materia prima de los productores mexicanos, de EUA y de Canadá. La harina nixtamalizada y la tortilla empacada podrá ser comercializada libremente en el mercado regional.

En virtud de lo anterior, una vez entrado en vigor el TLC, los países participantes eliminaron las licencias y permisos previos de importación, que se sustituyeron por el mecanismo de Arancel-Cuota, con un arancel equivalente base 1994 = 215 %, decreciente de acuerdo a una desgravación de plazo extralargo a 15 años, durante el cual hasta los primeros seis será del 24% y en el resto del período será lineal. Cuando

la importación supere la cuota de acceso, se aplicará dicho arancel equivalente fijo que no debe ser menor al arancel equivalente "ad valorem".<sup>12</sup>

Como se puede ver en la Tabla No. 14 México se comprometió a adquirir durante 1994 hasta 2.5 millones de toneladas de maíz amarillo libre de arancel (arancel cero) proveniente de Estados Unidos y 1000 toneladas de Canadá, volúmenes que tendrán un incremento anual de 3% durante los siguientes 15 años. Estos cupos de importación no son obligatorios para México, es decir que si el país no tiene necesidad de importar, no lo hará. El arancel del 215% se aplica a las importaciones fuera del TLC.

Tabla No. 14

REGIMEN ARANCELARIO DE MAÍZ EN EL TRATADO DE LIBRE COMERCIO (TLC)			
AÑO	ARANCEL (%) Arancel base = 215%	CUOTA DE IMPORTACIÓN (Toneladas)	
		EUA	CANADA
1994	206.4	2,500.000	1,000
1995	197.8	2,575.000	1,050
1996	189.2	2,652.250	1,102
1997	180.6	2,731.817	1,158
1998	172.2	2,813.772	1,216
1999	163.4	2,898.185	1,276
2000	145.2	2,985.131	1,340
2001	127.1	3,074.685	1,407
2002	108.9	3,166.925	1,477
2003	90.8	3,261.933	1,551
2004	72.6	3,359.791	1,629
2005	54.5	3,460.584	1,710
2006	36.3	3,564.402	1,796
2007	18.2	3,671.334	1,886
2008	0.0	Libre	Libre

Fuente: SECOFI

Es predecible que habrá por lo menos tres tipos de grano de maíz en el mercado regional:

1. El maíz forrajero amarillo importado con su ya conocida pobre calidad nixtamalera y su menor contenido de proteínas, será consumido como forraje y también en parte para consumo humano, este tipo de maíz será el mas barato.

Ad valorem: Es un impuesto o gravamen que legalmente especifica un porcentaje fijo del valor del bien importado o exportado, independientemente del costo del transporte.

2. El grano blanco internacional (tipo Kansas) producido en EUA cuya calidad nixtamalera aún ha de ser establecida y que tendrá un sobreprecio de 30 a 35% respecto al maíz amarillo forrajero. (Como ocurre en el mercado internacional). Para el grano blanco de maíz híbrido producido en México, cabe hacer notar que es de alta calidad nixtamalera.
  
3. El maíz criollo mexicano de reconocida alta calidad nixtamalera, el cual probablemente recibirá un sobreprecio sobre los anteriores granos blancos

Aunque en un principio se confundirá a los 3 tipos de grano blanco, el mercado aprenderá rápidamente a usar rasgos morfológicos adicionales para distinguirlas entre sí; el grano blanco tipo Kansas, es homogéneo en forma y tamaño, en tanto el grano nacional nixtamalero posee muy diferentes formas y tamaños según su raza: Tuxpeño, Chalqueño, Pepitilla, Zapalote, etc. 51

### **3.15 NORMA DE CALIDAD MEXICANA PARA MAÍZ**

La Norma de Calidad Mexicana establece las condiciones y las características que debe reunir el maíz de campo *Zea mays* L. En todas las variedades, para consumo humano y animal. Una vez desgranado el maíz podrá ser objeto de comercialización en el territorio nacional. En el mes de enero de 1995 entró en vigencia la actualización de la Norma de Calidad Mexicana NMX-FF-34-1982 dando lugar a la Norma de Calidad Mexicana NMX-FF-34-1995-SCFI, quedando sin efecto la anterior. 51

La Norma Internacional CODEX y la Norma de Calidad de EUA para maíz concuerdan parcialmente con la Norma Mexicana ya que algunas de las especificaciones contempladas en las dos normas anteriores fueron adecuadas a la Norma Mexicana, como es posible observar en cada una de las normas en el ANEXO III.

**3.16 IMPORTACIONES DE MAÍZ**

El cultivo del maíz está jugando un papel fundamental en la economía agrícola de los países industrializados pero no así en el nuestro que es el centro de origen del cultivo, en el que se ubica un gran riqueza germoplásmica y cultural ligada al cultivo. <sup>55</sup>

Conforme aumentan las necesidades de abasto del maíz para el consumo humano, la de forrajes para la ganadería y para otros usos industriales, principalmente de almidones y ciertos productos de molienda, y estas necesidades del mercado no se pueden satisfacer con la producción nacional, o los precios del trigo extranjeros son mas accesibles que los nacionales o los requisitos de calidad no se cubren, se dan las importaciones llegando estas a los diferentes sectores solicitantes

México importa principalmente maíz grano ( prácticamente el 99% ), siendo el principal proveedor de éste los EUA (Tabla No. 15). Durante 1997, los 2,5 millones de toneladas que importó México fueron en un 100% originarias de EUA. Hay que resaltar que la mayoría de maíz importado es el maíz amarillo No. 2 cuyo principal uso en EUA es forrajero y en segundo termino industrial y no para consumo humano. <sup>13</sup>

Tabla No. 15

**IMPORTACIÓN DE MAÍZ DE EUA 1994 – 1998**  
Toneladas

AÑO	CUOTA PACTADA (TLC)	IMPORTACION
1994	2,500.000	2,263.253
1995	2,575.000	2,661.446
1996	2,625.250	5,844.002
1997	2,731.817	2,500.776
1998	2,813.771	4,130.988*

\*Cupo autorizado por SECOFI para 1998

En el periodo 1990 – 1997 la tasa anual de crecimiento promedio de importación se estimó en 14%. Este crecimiento está dado por las grandes cantidades importadas durante 1996, (5.8 millones de toneladas) debido a los problemas de baja producción nacional por factores climatológicos, situación que se vivió también a nivel internacional. (Tabla No. 16) estas importaciones se están realizando sobre la base de la cuota de importación libre de impuestos que se generó con el TLC, sin embargo los excesos que se han comprado también han sido sin impuestos debido a que el gobierno autoriza su libre entrada por considerarlo un producto prioritario para el país. <sup>13</sup>

El porque México ha pasado de ser un país exportador de maíz a un país importador de maíz se puede resumir en los siguientes puntos:

- Crecimiento demográfico sin control.
- Uso de suelos que no son adecuados para su cultivo, dando como resultado bajos rendimientos. <sup>28</sup>
- Precio de garantía bajo - Uso de la tierra destinada para el cultivo del maíz para sembrar otros cultivos, cuyos rendimientos son más altos y mejor pagados.
- Factores climatológicos.

Tabla No. 16

## IMPORTACIONES DE MAÍZ (Diferentes tipos)

Toneladas

DESCRIPCION	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Maíz dulce	1418	1749	1615	699	276	1206
Para siembra	12510	14704	11196	5609	2021	5740
Palomero	17762	19655	24600	21246	24046	24613
Elotos	2051	2069	670	158	1	23
Maíz grano	1283400	174216	2225715	2634359	5817658	2469194

81

De acuerdo con la Tabla No. 17 observamos que las importaciones de maíz provenientes de EUA a México, según el Departamento de Agricultura de EUA en 1998 hasta el mes de julio aumentaron 1.9 veces en relación al mismo periodo del año anterior

Tabla No. 17

IMPORTACIONES DE MAÍZ REALIZADAS EN 1997 Vs. 1998.  
Miles de toneladas

MES	IMPORTACIONES 1997	IMPORTACIONES 1998
Enero	108.6	186.2
Febrero	121.5	331.3
Marzo	132.8	572.3
Abril	114.8	464.3
Mayo	413	388.9
Junio	380.1	462.4
Julio	153.7	247.9
Acumulado	1,425.5	2,653.3

81

Para 1998 las importaciones de maíz autorizadas a México suman 4,130. 908 toneladas, volumen muy por encima de la cuota establecida en el TLC de 2.8 millones de toneladas para el mismo año. El maíz importado se destina a:

1. Industria Harinera (Maseca, Minsa y Agroinsa)
2. Industria almidonera (Arancia-CPC, Almidones Mexicanos, Industrializadora de maíz y Aranal Comercial).
3. Conasupo.
4. Industria pecuaria.

Solamente en 1997 se importó un volumen menor al estipulado en las cuotas pactadas en el TLC, en todos los demás se ha rebasado dicha cuota. En 1996 se importó un volumen superior en 125% de la cuota establecida y para 1998 se importó la cifra descrita anteriormente que es un 47% más de grano en relación a lo pactado en el TLC.

Aproximadamente el 78% de las importaciones de maíz se destina al sector pecuario y almidonero y el 14% se destina al sector harinero. El maíz que se destina a los almidoneros se utiliza también para producir fructosa, ya que son los del mismo sector los que se dedican a su fabricación, en especial Arancia y Almidones Mexicanos, cuyas cuotas de maíz son de 838,193 y 325,360 toneladas respectivamente durante el año de 1997. En caso de la industria harinera, a Maseca se le asignaron 331,376 toneladas, a Minsa 232,035 y a Agroindustrias Integradas del Norte (Agroinsa) 14,933 toneladas.

El maíz importado de EUA en su mayoría es amarillo No.2, sin embargo se importan volúmenes bajos de Maíces con Valor Agregado. (Tabla No. 18) Estos se producen en regiones de EUA pero de manera especial en el llamado Cinturón del Maíz. Este tipo de maíz tiene un sobrepago por calidad, el cual es pagado por el consumidor (comercializador o industrial).<sup>12</sup>

Tabla No. 18

IMPORTACIONES DE MAÍZ CON VALOR AGREGADO DE EUA  
Toneladas

AÑO COMERCIAL	MAÍZ BLANCO*	MAÍZ CEROSO*
92/93	4.604	4.604
93/94	361.58	361.58
94/95	329.688	329.688
95/96	208.579	208.579
96/97	235.299	235.299
97/98**	96.613	96.613

\*No incluye maíz blanco ceroso

\*\* El volumen para 97/98 se estima solamente sobre la base de la primera mitad del año comercial.

Dentro de los diferentes productos derivados del maíz encontramos que la mayoría de las importaciones presentan una tasa promedio de crecimiento anual negativa. Las importaciones que presentaron un crecimiento positivo son el almidón de maíz, seguida de la fructosa químicamente pura, glucosa (sin fructosa o con un contenido de fructosa menor al 20%) y sémola de maíz. (ver Tabla No. 19)

Respecto a su participación promedio en el total de importaciones encontramos que las demás fructosas y jarabes de fructosa, con un contenido de fructosa, en estado seco, superior al 50% en peso son las que representan casi un 31% seguido de los demás granos de maíz trabajados (Por ejemplo mondados, perlados, troceados o quebrantados). Se prevé que las importaciones de fructosa aumenten a dos millones de toneladas anuales.

Entre el maíz (en sus diferentes tipos) y los derivados del maíz, México en 1997, importó 3.1 millones de toneladas de producto con un valor de 504.7 millones de dólares. Estas cifras son menores a las que se presentaron en 1996 que fueron 6.3 millones de toneladas con un valor de 1,182 millones de dólares, cantidades superiores en 103% en volumen y 134% en valor.

Dentro de la normatividad para la importación de maíz grano (no para siembra), se contempla un arancel de 198% ad valorem para el grano procedente de los países con quienes no se tenga convenio comercial (TLC o GATT) o para el grano que sobrepasa las cuotas TLC de importación libres de gravamen. No se registra ninguna otra disposición para su importación como en el caso de maíz para siembra, que esta libre de arancel, pero su importación esta sujeta a la inspección sanitaria por parte de la SAGAR.

En el caso de la harina de maíz, se contempla un arancel del 15% ad valorem además de que la importación de este producto está sujeta al aviso sanitario por parte de la Secretaría de Salud.<sup>13</sup>



Tabla No. 19  
IMPORTACIONES DE DERIVADOS DE MAÍZ

PRODUCTO	IMPORTACIONES DE DERIVADOS DE MAÍZ (Toneladas)							TASA PROMEDIO DE CRECIMIENTO ANUAL PARA IMPORTACIONES DE DERIVADOS DE MAÍZ		
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	TPCA	Promedio	%Particip.	
Harina de maíz	9,754	22,556	80,901	35,514	8,094	9,712	-50.7%	33,555	6.9%	
Grañones y sémola de maíz, Los demás granos trabajados (por ejemplo mondados, perlados, troceados o quebrantados)	9,370	43,733	28,164	23,001	41,584	46,628	18.3%	34,844	7.2%	
Almidón de maíz	351,499	322,642	279,827	67,549	86,365	63,973	-38.9%	124,428	25.7%	
Aceite en bruto de maíz	14,446	17,997	16,710	29,740	13,683	7,478	-23.5%	16,903	3.5%	
Otros aceites de maíz	2,853	5,286	9,466	6,011	2,673	2,074	-39.7%	5,056	1.0%	
Glucosa y jarabe de glucosa, sin fructosa o con un contenido de fructosa, en estado seco.	37,750		37,750	32,855	58,699	67,857	21.6%	49,290	10.2%	
Glucosa y jarabe de glucosa con un contenido de fructosa, en estado seco, superior o igual al 20% pero inferior al 50% en peso	3,238		3,238	16,048	1,670	1,931	-15.8%	5,722	1.2%	
Fructosa químicamente pura.			390	138	1,269	2,921	95.7%	1,179	0.2%	
Las demás fructosas y jarabes de fructosa, con un contenido de fructosa, en estado seco superior al 50% en peso.	47,975		47,975	52,672	159,471	337,975	91.7%	149,523	30.9%	
Maíz dulce. Las demás hortalizas preparadas o conservadas (excepto en vinagre o ácido acético) sin congelar.	8,173		8,173	6,844	5,930	5,033	-14.9%	6,495	1.3%	
Salvados, moyuelos y demás residuos del cermido, de la mollienda o de otros tratamientos de los cereales o de las leguminosas incluso en "pellets"	29,257		29,257	27,904	11,994	5,298	-43.4%	18,613	3.8%	
Tortas y demás residuos sólidos de la extracción de grasas o aceites vegetales, del germen de maíz, incluso molidos o en "pellets"	0		0	0	0	0	0	0	0.0%	
TOTAL	1705065	624,608	2,834,604	2,971,304	629,434	310,681		481,106	100%	

**3.17 EXPORTACIONES DE MAÍZ**

Las exportaciones realizadas por México no son realmente significativas por su bajo volumen. En 1997 se exportó un total de 134,050 toneladas de productos entre maíz dulce, harina de maíz, maíz para siembra y "los demás maíces".

El maíz dulce se exporta principalmente a EUA. En 1997 la mayoría de la harina de maíz se exportó a EUA, Guatemala y Honduras. Lo relacionado con el maíz para siembra se vendió principalmente a EUA y Colombia. La mayor parte del producto correspondiente a "los demás maíces" en 1997 se destinó a EUA, El Salvador y Honduras. Se puede apreciar también (Tabla No. 20) que las exportaciones son volúmenes muy pequeños, han aumentado en el año de 1997.<sup>90</sup>

Tabla No. 20

**EXPORTACIONES DE MAÍZ (Diferentes tipos)**  
Miles de toneladas

PRODUCTO	1995	1996	1997
Maíz dulce	0.342	0.544	0.896
Harina de maíz	0.01	5.33	1.298
Maíz para siembra	0	3.733	6.119
Los demás maíces	95.801	86.636	125.872

En la Tabla No. 21 tenemos un resumen en la que se nos da una idea de cómo ha ido evolucionando durante los últimos años tanto la superficie sembrada y cosechada, el rendimiento general por hectárea, así como la producción obtenida, también tenemos el valor por tonelada y el valor de la producción total, comercio exterior y el consumo nacional del maíz.

Tabla No. 21  
**SUPERFICIE SEMBRADA, COSECHADA, PRODUCCION, COMERCIO EXTERIOR Y CONSUMO DEL MAÍZ**

AÑO	SUPERFICIE			RENDIMIENTO (ton/ha)	PRODUCCION OBTENIDA (ton)	PRECIO MEDIO RURAL (pesos/ton)	VALOR DE LA PRODUCCION (miles de \$)	COMERCIO EXTERIOR			CONSUMOS	
	SEMBRADA (ha)	COSECHADA (ha)						IMPORT. (ton)	EXPORT. (ton)	NACIONAL (ton)	PER-CAP. (Kg.)	
1991	7,730.038	6,946.831	2.052	14,251.500	707.308	10,080.202.464	1,367.755	3.069	15,616.186	187.222		
1992	8,002.675	7,219.362	2.345	16,929.342	761.226	12,887.056.366	1,305.106	19.891	18,214.557	212.717		
1993	8,247.607	7,428.225	2.440	18,125.263	768	13,915.262	190.321	50.202	18,265.382	208.907		
1994	9,196.478	8,193.968	2.226	18,235.826	656	11,966.698	2,263.253	65.293	20,433.786	228.883		
1995	9,079.636	8,020.392	2.288	18,352.856	1092	20,033.391	2,661.446	96.243	20,918.059	229.470		
1996	8,639.045	8,051.241	2.239	18,025.952	1435	25,860.288	5,844.002	80.347	23,789.607	255.682		
1997	9,133.074	7,406.061	2.384	17,656.258	1354	23,902.206	2,500.776	134.050	20,022.984	210.675		
1998	8,521,000	7,877,000	2.34	18,454.704	1196	-----	4,521,000	148,000	22,460,000	-----		
1999	8,494,000	8,033,00.1	2.30	18,503,000	1187	-----	-----	-----	-----	-----		

\*A partir de 1993 se expresa en nuevos pesos.

\*\* FUENTE: Centro de Estadística Agropecuaria, SAGAR y SIC-M, SECOFI

78,90.85

### 3.18 PRODUCCION DE MAÍZ EN EL MUNDO

El maíz es el recurso renovable más importante del mundo, es cultivado por 134 países en el mundo, en una amplia diversidad de climas, suelos, tecnologías, diversidad morfológica y genética de la especie, cada año la mayor parte de los países dedican el 38% de la tierra cultivable a su producción.<sup>19</sup> Representa el 65% del total de granos gruesos (maíz, sorgo, cebada, centeno y avena) producidos a nivel mundial.<sup>81</sup>

Durante los últimos 6 años la producción de maíz ha oscilado entre 475 y 600 millones de toneladas anuales siendo EUA el mayor productor seguido por China. (Tabla No.22) En promedio ambos países han participado con el 40 y 19% respectivamente de la producción mundial.<sup>13</sup>

Tabla No. 22

#### PRODUCCION MUNDIAL DE MAÍZ (Millones de toneladas)

PAIS	1993/1994	1994/1995	1995/1996	1996/1997	1997/1998	1998/1999*
Argentina	10,000	11,360	11,100	15,500	19,360	13,183
Brasil	32,934	37,440	32,480	35,800	24,493	32,178
Canadá	6,501	7,042	7,271	7,380	7,180	6,985
China	102,700	99,280	112,000	127,470	133,197	126,243
México	19,141	17,005	17,780	19,500	18,500	18,503
Sudáfrica	13,275	4,845	10,200	9,012	7,693	7,712
Unión Europea	30,557	28,464	29,224	34,794	38,410	-----
Otros	99,431	99,781	108,131	105,738	114,475	-----
Subtotal	314,539	305,218	328,186	355,194	345,565	431,272
EUA	160,954	256,651	187,305	236,064	247,882	239,719
Total Mundial	475,493	561,839	515,491	591,258	583,462	604,627

\*Pronostico

13

El consumo a nivel mundial ha ido creciendo en los últimos años. Para el periodo 1993/94 – 1997/98 se estima en aproximadamente el 4% de tasa media de crecimiento anual. Al igual que los principales productores de maíz, EUA, y China son los mayores consumidores de maíz a nivel mundial. Tabla No. 23

A pesar de la escasez de grano que se vivió durante 1995/96 el consumo de maíz no disminuyó sino que se incrementó, en una proporción del 0.7% en relación al periodo anterior. Para 1996/97 el incremento fue del 5.3%.<sup>13</sup>

Tabla No. 23

## CONSUMO MUNDIAL DE MAÍZ

Millones de toneladas

PAIS	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98* Mar. 12	1997/98 Particip. %
Brasil	33.25	36.158	36.78	37.15	34.3	5.8
Canadá	7.1	7.65	7.63	7.65	8.1	1.4
China	92.904	99.654	108.049	115.353	121.25	20.4
Japón	16.45	16.45	16.1	16.1	15.9	2.7
México	20.477	20.25	23.159	23.441	22.6	3.8
Sudáfrica	8.132	6.82	8.08	8.062	7.9	1.3
Otros	171.481	169.39	184.061	185.729	189.856	31.9
Subtotal	349.794	356.372	383.859	393.485	399.906	67.5
EUA	159.819	183.577	159.887	179.19	195.208	32.8
Total	509.613	539.949	543.746	572.675	595.114	100

\*Pronostico fuente : USDA Marzo 1998

Estadísticas del Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América (USDA) indican que durante el periodo 1996/97 – 1998/99 el balance producción/consumo mundial de maíz es positivo, registrando la producción un promedio

anual de 589 millones de toneladas y ligero crecimiento de 0.5 % anual, frente a un consumo promedio anual de 580.3 millones de toneladas y crecimiento de 1.7 % promedio anual, el mayor repunte lo registra la producción al final del periodo 1998/99 al alcanzar una producción de 604.5 millones de toneladas, y crecimiento de 3.2 % respecto al año previo, las importaciones de este mismo ciclo disminuyeron 2.5%, al pasar de 71.1 a 69.6 millones de toneladas.<sup>81</sup>

Los inventarios mundiales de maíz presentaron un gran incremento durante el periodo 1994/95 pasando de 72.2 millones de toneladas en el periodo anterior a 94.1 millones de toneladas. Para 1995/96 se presentó un problema de una baja en la producción mundial con lo que los inventarios bajaron grandemente ( 30 % ) en relación al periodo anterior lo que afectó de manera significativa el mercado. Los mercados se han recuperado, la demanda sigue en aumento, sin embargo, se han alcanzado buenos niveles de producción especialmente por China y Brasil.<sup>13</sup> Tabla No. 24

Tabla No. 24

**INVENTARIOS FINALES AÑO COMERCIAL**  
Millones de toneladas

PAIS	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98* Mar. 12	1997/98 Particip. %
Brasil	4,586	7,275	3,265	2,065	1,490	2.0
China	25,000	27,500	32,700	41,000	25,000	34.3
Sudáfrica	2,400	900	1,200	850	800	1.1
UE	3,224	2,934	2,331	3,580	5,165	7.1
Otros	15,425	15,940	15,550	14,520	16,242	22.3
Subtotal	50,635	54,549	55,046	62,015	48,697	66.9
EUA	21,525	39,571	10,819	22,433	24,099	33.1
Total Mundial	72,230	94,120	65,865	84,448	71,796	100

\* Pronostico Fuente: USDA Marzo 1998

La relación de inventario/consumo durante 1995/96 disminuyó notablemente en un 30% pasando de 17.4 a 11.8% en relación al año pasado. (Tabla No.25 ) Este valor es el menor durante el periodo 1993/94 a 1998/99. El promedio de la relación en dicho lapso es de 14.2%.<sup>13</sup>

Tabla No. 25

## RELACIÓN INVENTARIOS/CONSUMO (MUNDIAL)

Millones de toneladas

	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99
Consumo	509.603	539.949	543.746	572.675	595.114	583.055
Inventario Final	72.230	94.120	65.865	84.448	72.796	69.331
Inventario / Consumo	14.2%	17.4%	12.1%	14.7%	12.2%	11.8

En lo que respecta a la producción de los países importadores: Brasil, China, Europa del Este, Norte de Africa y Paquistán, registran un déficit promedio de 35.9 millones de toneladas en su producción, la cual en este periodo tuvo un promedio de 95.7 millones de toneladas con tendencia a la baja de 0.9% anual, y un consumo promedio en estos países de 131.6 millones de toneladas, también con ligera tendencia a la alza de 0.5% promedio anual, destinado al consumo forrajero el 70.7 % de este consumo; las importaciones son de grandes volúmenes que en promedio en el periodo alcanzan la cifra de 47.4 millones de toneladas, aunque con tendencias a la baja de 2.7 % promedio anual, teniendo una marcada dependencia de otros países, principalmente de los EUA; las exportaciones de este grupo de países son poco significativas y registran fuerte incremento de 9.7% promedio anual en el periodo al pasar de 9.3 a 11.7 millones de toneladas.<sup>14</sup>



De acuerdo con los registros del USDA, EUA es el país con mayor influencia en la producción mundial, ya que en promedio en el periodo 1996/97 – 1998/99 aporta el 41% de la producción mundial y consume el 32.4 % del total, destinando su producción principalmente al consumo forrajero, 46.4%; su importación que es mínima disminuye 14.3% promedio anual y las exportaciones registran un volumen promedio de 42.3 millones de toneladas. (Tabla No. 26) con inventarios que mantienen fuerte tendencia a la alza, así de 22.4 millones de toneladas pasan a 43.8 millones de toneladas.<sup>81</sup>

Tabla No. 26  
OFERTA/DEMANDA, EUA.  
1996/97 – 1998/99\*  
(Millones de toneladas)

	1996/97*	1997/98*	1998/99*
Inv. Inicial	10.82	22.43	33.22
Producción	236.06	237.90	249.85
Importación	0.34	0.22	0.25
Consumo forrajero	136.21	143.86	148.60
Consumo total	179.19	189.13	196.35
Exportación	45.6	38.21	43.18
Inventario final	22.43	33.22	43.79

\* 1996/97 cifras registradas; 1997/98 preliminares. 1998/99 pronostico a Dic. 99

Fuente : Elaborada con información de USDA.

Por lo que toca a la demanda mundial en el periodo 1996/97 ~ 1998/99, el consumo total registra tendencias al alza de 1.6% promedio anual al pasar de 569.1 millones de toneladas a 588.1 millones de toneladas, observándose una fuerte tendencia al alza del consumo forrajero, que en promedio en el periodo representa el 69.9% del consumo total. Como consecuencia las exportaciones se vieron disminuidas 1.6 % promedio anual; y los inventarios finales mantienen tendencia a la alza de 1.8% promedio anual en el periodo, pasando de 91.4 a 94.7 millones de toneladas.<sup>81</sup>

## **4. ASPECTOS TECNOLOGICOS DEL MAÍZ.**

### **4.1 USOS PRINCIPALES DEL MAÍZ**

Se estima que en el año de 1997 en México el consumo de maíz se encuentra dividido en cinco grandes rubros, éstos son:

- Consumo humano, que representa el 57%.
- Consumo pecuario, que es de un 26%.
- Consumo de la industria almidonera, que es de un 11%.
- El destinado al de semilla para siembra, que representa el 2%.
- Mermas, que llegan al 4%.

En contraste países como Estados Unidos, productor de maíz amarillo, tiene una distribución relativa, alrededor de 63% para forrajes, 13% para insumo industrial y consumo humano, y el restante 26% para exportación. 64

### **4.2 CONSUMO HUMANO (CONSUMO TRADICIONAL DEL MAÍZ EN MEXICO)**

Aproximadamente el 45% del consumo calórico nacional es proporcionado por el maíz, en el medio rural es mucho mas alto ya que llega hasta el 70% de las calorías en las regiones centrales, del sur y del sureste, en las zonas urbanas proporciona solo un 25%.25

Entre todos los cereales el maíz es el más versátil, dada la gran cantidad de usos que puede tener tanto del grano como de la planta. El maíz que se produce en México por su calidad genética se orienta al consumo humano.

Los elotes, se desgranar y se convierten en sopas, esquites y otros guisos: pueden cortarse en trozos y son parte de los pucheros y los moles de olla. De un maíz especial, el Cacahuacintle, se elaboran los pozoles de la costa de Guerrero, Michoacán y Jalisco. Si el maíz es molido, da como resultado la elaboración de atoles, nieves, tortas de elote y uchepos o tamales de maíz tierno, los cuales se envuelven con hojas tiernas de maíz para cocerse. Los jilotes se comen cuando abunda la cosecha. En temporada se suelen hervir los elotes enteros o tatemarlos.

Ya convertidos los elotes en mazorcas, semisecos, se martajan (muelen) y dan por resultado la sopa de huachales de la cuaresma zacatecana o los tlaxcales y los garapaches. Los granos tostados y garapiñados reciben el nombre de ponteduro. »

Con harina de maíz seco y molido, se preparan tamales, galletas, alfajores, gorditas dulces, pemoles. Si se tuesta, puede convertirse en pinole endulzado con azúcar o piloncillo y aun añadirsele al cacao. El pinole, a su vez, puede convertirse en bebida o en harina para hacer repostería.

Cuando los granos de la mazorca se someten a cocimiento con cal, (nixtamalización) para molerlo y transformarlo a masa, este proceso permite dar a la masa características peculiares que se traducen en productos, principalmente tortillas con propiedades de flexibilidad, textura y sabor muy especiales.

Con la masa se hacen una gran cantidad de productos como son: las gorditas, tlacoyos, molotes, picadas, chalupas, sopes, tamales, peneques, polentas, chapandongos y tamales de cazuela, las tortillas vuelven a multiplicar los platillos por obra de la creatividad de las cocineras mexicanas, y de ellas surgen enchiladas, papadzules, quesadillas, tacos (fritos, sudados, de tortillas recién hecha), bocoles, gamachas, chilaquiles, gondonches (gorditas con la leche cuajada), flautas, huaraches, memelas, panuchos, tostadas, enfrijoladas, entomatadas, salbutes; las variedades oaxaqueñas: los totopos y las tlayudas; y las tortillas decoradas de Querétaro y Jalisco. 62

También se pueden preparar con la masa de maíz una gran y rica variedad de tamales: envueltos con hojas de maíz o *totomoxtle*, con hoja de plátano, con hojas de elote, hoja santa o acuyo, amole, platanillo, aguacate etc.; y rellenos de carne guisada de mil formas, chile, frutas, verduras, frijol, dulce. Los hay pequeños, como los de alverjon, que se preparan en la zona de

Xochimilco, o tan grandes que les cabe una gallina, como el sacahuil de la Huasteca.<sup>68</sup> En Tabasco se prepara la sihua que es una especie de pan de elote.<sup>52</sup>

Del maíz se hacen decenas de bebidas, muchas de las cuales proporcionan refresco y nutrientes para el trabajo del campo, sobre todo el de climas tropicales: el tascalate chiapaneco, de cacao, maíz o tortilla tostada, achiote y canela; el achocote hidalgense; el popo veracruzano; el pozol y el chorote tabasqueños,<sup>52</sup> además los mayas chontales preparan un atole con maíz y balché que ofrendan a los dioses encargados de cuidar la milpa. De Nayarit es el piznate; la tanchuera es yucateca y entre los tarahumaras, el tesgüino o batari, hecho de maíz germinado, cocido, molido y después fermentado en ollas de barro, es una bebida ritual. Otras bebidas fermentadas son el sendecho de maíz germinado de Michoacán y la zona mazahua; el tejuino es de Colima, Nayarit y Sonora y el tesquino originario de Jalisco.<sup>54</sup>

Dependiendo de la región del país se pueden preparar una gran variedad los atoles: el agrio o xocoatole, el blanco, que a veces se acompaña con trozos de panela y ceremonialmente es ofrenda de los "muertos chiquitos", el atole de pascua, con maíz hervido con aguamiel (Querétaro); el champurrado, el necuatole, el nixteeme (de maíz rojo); el mezquiatole, hecho de masa, leche, azúcar y canela, con vainas de mezquite (Guanajuato); de Tlaxcala y Puebla, el chilatoile de frutas: ciruelas silvestres, capulín, guayaba, diversas moras, y fresa etc., los hay además de semillas como nuez, coco, almendra etc.<sup>51</sup>

La planta del maíz nos ofrece el jugo de su caña verde como golosinas para preparar bebidas fermentadas; las hojas también verdes, sirven para envolver la corundas hechas de masa de maíz; con sus espigas se preparan tamales

Una plaga del maíz, el hongo llamado cuiltacoche, es uno de los más sabrosos y apreciados, además de tener una importancia socioeconómica ya que se utiliza para la elaboración de varios guisos. Es un alimento humano apreciado y caro que se produce cuando el hongo ataca a las mazorcas inmaduras. Si el maíz se va a utilizar como grano el cuiltacoche es perjudicial si se presenta, ya que está enfermedad abate el rendimiento del grano cuando ataca a las plantas en estado vegetativo, debido a que estas no llegan a la etapa reproductiva o no producen grano.<sup>53</sup> Otra plaga es el gusano elotero, el cual también es comestible.<sup>30</sup>

En la medicina tradicional se reconoce la utilidad de la infusión de cabellitos de elote, empleada como diurético, para los problemas de riñón; en combinación con otras plantas, se usa para contrarrestar males hepáticos y biliares y aumentar la secreción de leche de las lactantes. La raíz tiene usos medicinales igualmente.<sup>61</sup>

La riqueza del maíz en el arte culinario mexicano es inagotable y esto es algo que debe conservarse y aprovecharse comercialmente, hacia el interior del país así como internacionalmente.<sup>64</sup>

El uso del maíz no se limita a los alimentos, también se utiliza para hacer arte y artesanías, como muñecos, figuras zoomorfas, juguetes, cohetería, tapicería, atados, desgranadores, cestería etc., así como también se construyen paredes y techos con la cañas entretejiéndolas.<sup>6</sup>

Como podemos ver el consumo humano del maíz un porcentaje muy grande se genera en su forma tradicional ya sea en forma de tortilla u otro alimento preparado a base de masa de maíz, el cual presenta nombres diferentes según la región del país, aunque existen otras formas de consumo también muy importantes para el pueblo mexicano, como lo podemos ver en la tabla No. 27

Tabla No. 27  
CONSUMO HUMANO DE MAÍZ EN 1997\*

FORMA DE CONSUMO	TONELADAS	%
Grano	1 045 937	12.5%
Harina en paquete	753 479	9.0%
Tortillas**	4 890 000	58.2%
Fécula	12 735	0.2%
Consumo fuera del hogar***	1 637 962	19.5%
Otros****	64 040	0.8%
TOTAL	8 404 153	100%

\*Maíz en término de grano \*\*Considera harina y maíz \*\*\*Tortillas, tlacoyos, quesadillas etc. \*\*\*\*Incluye frituras

FUENTE: CEA (Centro de Estadística Agropecuaria)

### **4.3 CONSUMO PECUARIO**

Se estima que en 1997 la industria Pecuaria consumió un total de 3 833 millones de toneladas de maíz

Del consumo total del cereal en México se calcula que un 26% corresponde a pecuario, y está mayormente dirigido al consumo avícola, le sigue la actividad porcícola y el resto en el consumo para otras especies. De dicho consumo el 79% fue maíz nacional y el 21% maíz de importación. 64

Dependiendo de la disponibilidad y sobre todo del precio del maíz, puede ser sustituido por sorgo. También hay que considerar que se trata de maíz blanco para consumo humano y cuya calidad como alimento animal no es la adecuada debido a diferencias nutricionales en comparación con el maíz amarillo de EUA que se ha desarrollado para esa actividad específicamente. El maíz amarillo es mas barato que el blanco, tanto en México como en EUA, el maíz blanco norteamericano tiene un sobreprecio del 15 al 20% con respecto al maíz amarillo No 2. 12

### **4.4 CONSUMO DE LA INDUSTRIA ALMIDONERA**

La industria del almidón llega a representar el 11% del consumo total del maíz, teniendo el almidón aplicaciones en la industria alimentaria, textil, farmacéutica, adhesivos, tintas, etc.

Ya que el almidón es uno de los principales derivados de este grano, se llega a utilizar tanto en la elaboración de detergentes o neumáticos como en la elaboración de antibióticos. El almidón de maíz también se utiliza en la producción de artículos de tocador, tales como polvos, talcos o cremas faciales, ciertos almidones de maíz sirven para la fabricación de sustitutos de plasma sanguíneo, de compactadores de medicamentos etc. 64

Además del consumo del maíz nacional, la industria almidonera es uno de los principales importadores de maíz amarillo No.2 proveniente de EUA dado que consideran que la calidad del maíz nacional no satisface sus necesidades.

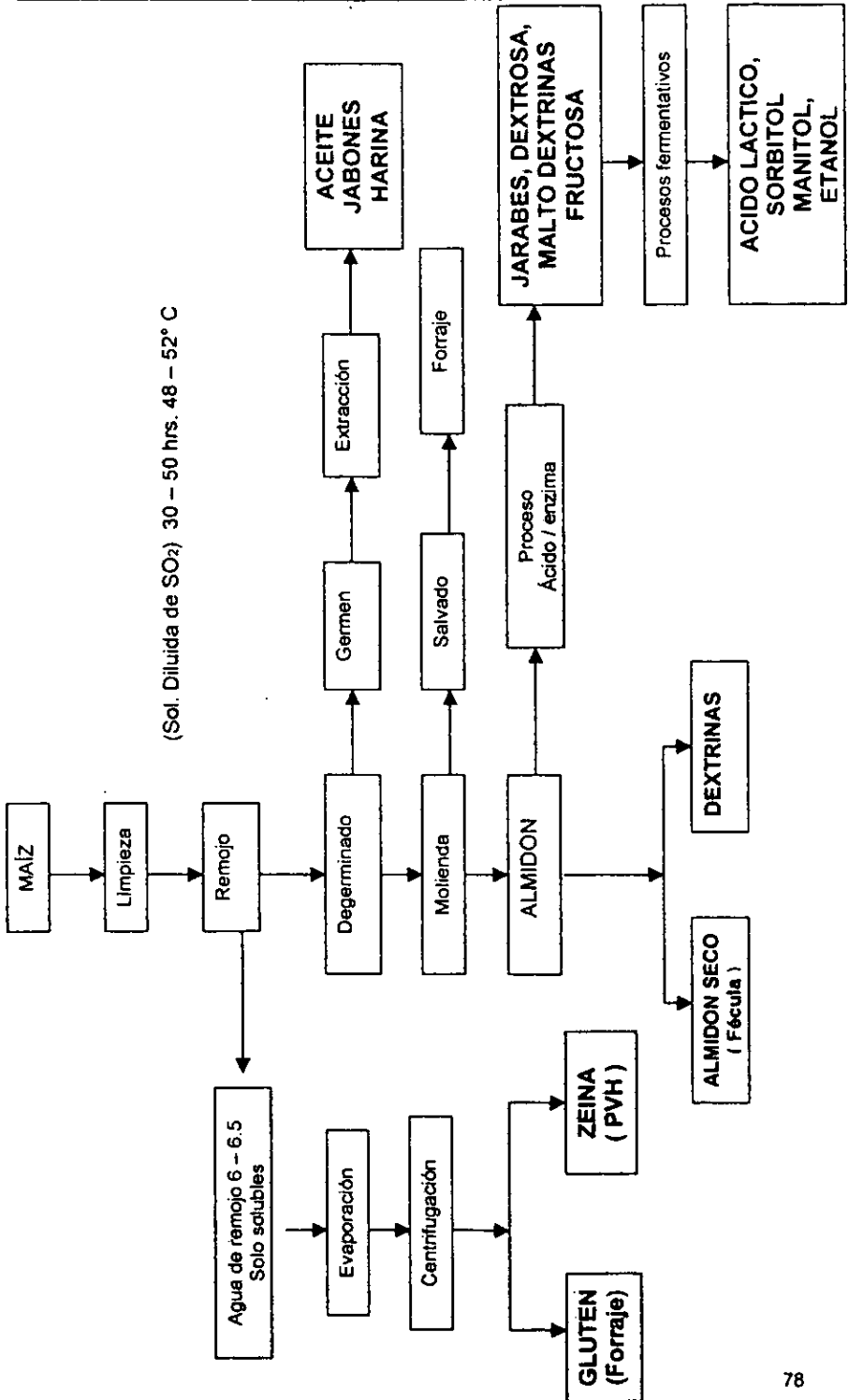
#### **4.5 OTROS CONSUMOS**

La industria almidonera además de su producción de almidón, almidones modificados, dextrinas, dextrosa, glucosa sólida y líquida, "grits" de maíz para cervecería, aceite de maíz, elabora el jarabe de maíz rico en fructosa, celulosa, almidones gelatinizados, fécula, sólidos de glucosa, glicerato de almidón etc.

El maíz además de ser un producto alimenticio, es una materia prima para diferentes procesos industriales como es el caso de la industria refresquera, que utiliza la alta fructosa como sustituto del azúcar en algunos de sus productos; la industria dulcera que utiliza la alta fructosa para endulzar goma de mascar, chocolates, dulces, etc. Con algunos derivados del olate se hacen solventes para la extracción de petróleo crudo y resinas resistentes a los ácidos, también se obtiene furfural, alquitrán y plásticos.<sup>44</sup> Con el alcohol etílico o etanol proveniente del maíz se fabrican combustibles alternativos de las gasolinas; y con otros procesos se elaboran cerveza, whisky bourbon (70 - 80 % de maíz; 15% centeno y de un 5 - 15 % de malta) y hasta vinos de mesa.<sup>4</sup> A partir del jarabe de maíz otras industrias hacen grasas de zapatos y oscurecen pieles y otras más apoyan la fabricación de cigarrillos, pues con derivados de este grano mantienen la humedad del tabaco.<sup>34</sup>

También se utiliza en la elaboración de explosivos, harinas preparadas, helados y nieves, hilos para coser, hule, papel, pilas secas, refractarios, pinturas de agua, así como el agua de cocimiento del maíz concentrado como alimento para animales. Con otros subproductos se participa en la producción de antibióticos, de vitaminas B-2 y B-12, de ácido cítrico, de lisina, de penicilinas, con el germen se hace uno de los aceites más finos del mercado porque reduce los niveles de colesterol. <sup>34</sup> En el Diagrama No. 1 se muestran algunos de los productos que se obtienen a partir del maíz.

Diagrama No. 1  
USOS DEL MAÍZ





**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Tecnológicos del Maíz

De acuerdo con el XIV Censo Industrial del INEGI, la rama alimentaria del maíz industrializado, contribuye con el 1.8% al Producto Interno Bruto de la industria manufacturera y con el 6.5% al de la industria alimentaria.

En la actualidad se estima que existen más de 3 500 aplicaciones industriales específicas para los subproductos de este grano.<sup>81</sup>

En las tabla No. 28 que se presenta a continuación se muestran solo alguno de los muchos productos industrializados en el que es utilizado el maíz .

Tabla No. 28

**PRODUCTOS INDUSTRIALIZADOS DEL MAÍZ**

**ALMIDON**

Abrasivos para papel y textiles	Detergentes	Hilo quirúrgico
Adhesivos	Recubrimientos para madera	Fibra de vidrio
Baterías, pilas secas	Colorantes	Insecticidas
Briquetas	Crayones y gises	Lubricantes
Cerámica	Agentes diluyentes	Pinturas

**FECULA**

Fotografías y películas	Sopas	Bebidas	Postres
Plásticos	Antibióticos	Goma de mascar	Drogas
Triplay	Aspirina	Bebidas de chocolate	Salsas y aderezos
Terminados de textiles	Alimentos para niño	Confitería	Mostaza preparada
Neumáticos	Pastelería	Cosméticos	Jabones y limpiadores
productos farmacéuticos	Azúcar		

**FRUCTOSA**

Pastelería	Condimentos	Jaleas, mermeladas, conservas
Jugos enlatados	Confitería	Refrescos embotellados
Frutas enlatadas	Postres congelados	Vinos

**DEXTRINA**

Adhesivos	Tinturas	Fibra de vidrio	Pinturas	Jabones
Briquetas	Sobres	Etiquetas	Moldes de plástico	Popotes
Velas	Cohetes	Cuero	Triplay	Acabado y estampado de textiles
Cerámica	Insecticidas	Linóleo	Papel lija	Persianas y tela de persianas
Productos de corcho	Tintas de impresión	Papel y productos de papel	Zapatos y grasa de zapatos	Cordel, cáñamo
Crayones y gises	Aisladores	Cerillos	Compuestos para plateado	Papel tapiz

**MIEL**

Jarabes	Grasa de zapatos	Cereales preparados	Frutas enlatadas y congeladas	Harinas preparadas
Adhesivos	Terminado de textiles	Quesos procesados	Bebidas de fruta	Mantequilla de cacahuete
Compuestos químicos	Tabaco, productos de tabaco	Goma de mascar	Helados y nieves	Pepinillos
Tintas	Alimento para niños	Leche condensada	Jaleas, mermeladas y conservas	Aderezos para ensaladas
Explosivos	Pastelería	Huevos congelados y deshidratados	Malteadas	Salsas
Curtido de pieles	Cerveza	Saborizantes	Malvaviscos	Mariscos congelados
Plateado de metales	Bebidas carbonatadas	Betunes para pastel	Embutidos y carnes procesadas	Jarabes alimenticios y medicinales
Papel	Salsas de tomate y Chile	Jugos de fruta	Sopas deshidratadas	Vinagres

**ETANOL**

Bebidas alcohólicas	Combustible para automóviles y camiones
Alcohol industrializado	Productos de tenería
Aditivos para gasolina	

**MALTODEXTRINA**

Preparados en polvo para bebidas	Té instantáneo
Pastelería y salsas	Alimentos "instantáneos"
Condimentos	Edulcorantes
Alimentos deshidratados	Malvaviscos
Sopas deshidratadas	Alimentos "chatarra" y botanas

**DEXTROSA**

Acidos comerciales	Alimentos para niño	Huevos congelados y deshidratados
Adhesivos	Repostería	Pescados encurtidos
Compuestos químicos orgánicos	Frutas enlatadas	Extractos de sabores
Tinturas	Cerveza	Acidos cítricos
Productos para soldar y galvanizar	Edulcorantes	Jugos de frutas
Enzimas	Gomas de mascar	Frutas en lata, cristalizadas, congeladas
Explosivos	Productos de chocolate	Gelatinas
Productos para fermentación	Jugo de cítricos	Nieves y helados
Curtido de pieles	Licores, Brandy	Mermeladas, jaleas, conservas
Fabricación de papel	Crema congelada	Acido láctico
Rayón	Productos lácteos	Productos de carne: tocino, jamón y salchichas
Hules de proceso frío	Pasteles y levadura	Medicamentos: inyecciones, intravenosas, cápsulas, pastillas
Acabado y estampado de textiles	Preparados dietéticos	Mantequilla de cacahuete
Antibióticos	Medicinas(proceso fermentación) de	Polvos y harinas para alimentos preparados
Sazonadores	Jarabes	Salsas
Espicias, mostaza	Opas deshidratadas	Sorbitol
Vinagre	Vino	

**HIDROL (Melaza)**

Acidos orgánicos	Alimentos para ganado
Solventes orgánicos	Curtido de pieles
Tabaco	

**SOLUBLES**

Excipiente	Soluciones farmacéuticas
Antibióticos	Levaduras
Soluciones químicas	

**GLUTEN Y CASCARILLA**

Piensos y forrajes	Extractos condensados y para excipientes fermentados
Subproductos de aceite de maíz	Aminoácidos
Azúcar	Limpiadores de piel
Alimento de germen de maíz	Productos proteicos
Melaza de azúcar de maíz	

**GERMEN**

Aceites	Aderezos de ensaladas	Pintura y barniz
Alimentos y medicinas	Salsas,	Sustituto de hule
Excipientes para vitaminas y cápsulas	Mantecas vegetales	Recubrimientos anticorrosivos
Aceite de cocina	Sopas	Jabón
Margarina	Aceites y ácidos grasos	Aceite soluble para papel
Mayonesa	Productos químicos	Textiles
Papas fritas	Insecticidas	Condimentos

19,59

#### 4.6 LA INDUSTRIA DE LA MASA Y LA TORTILLA

Hablar de tortillas en México es referirse a múltiples tradiciones que se relacionan con una civilización que durante milenios ha estado enlazada con el cultivo de maíz y con su preparación, almacenamiento, transformación y uso

La elaboración manual y doméstica de las tortillas ha ido perdiendo terreno frente a la nixtamalización y el molido comerciales y frente a las tortilladoras mecanizadas, pero resulta interesante que la industrialización de la masa y la tortilla se haya desarrollado siguiendo las mismas reglas que en la producción doméstica, de antiquísima tradición. 12

El mercado de la tortilla en México alcanza un volumen superior a los 10 millones de toneladas anuales, lo cual representa un promedio de 122 kg. por personas al año. Si todas las tortillas se produjeran a partir de harina se requerirían 5.8 millones de toneladas de esta materia prima, lo cual representa un mercado potencial adicional de 4.4 millones de toneladas anuales, tomando como base el mercado actual. 13

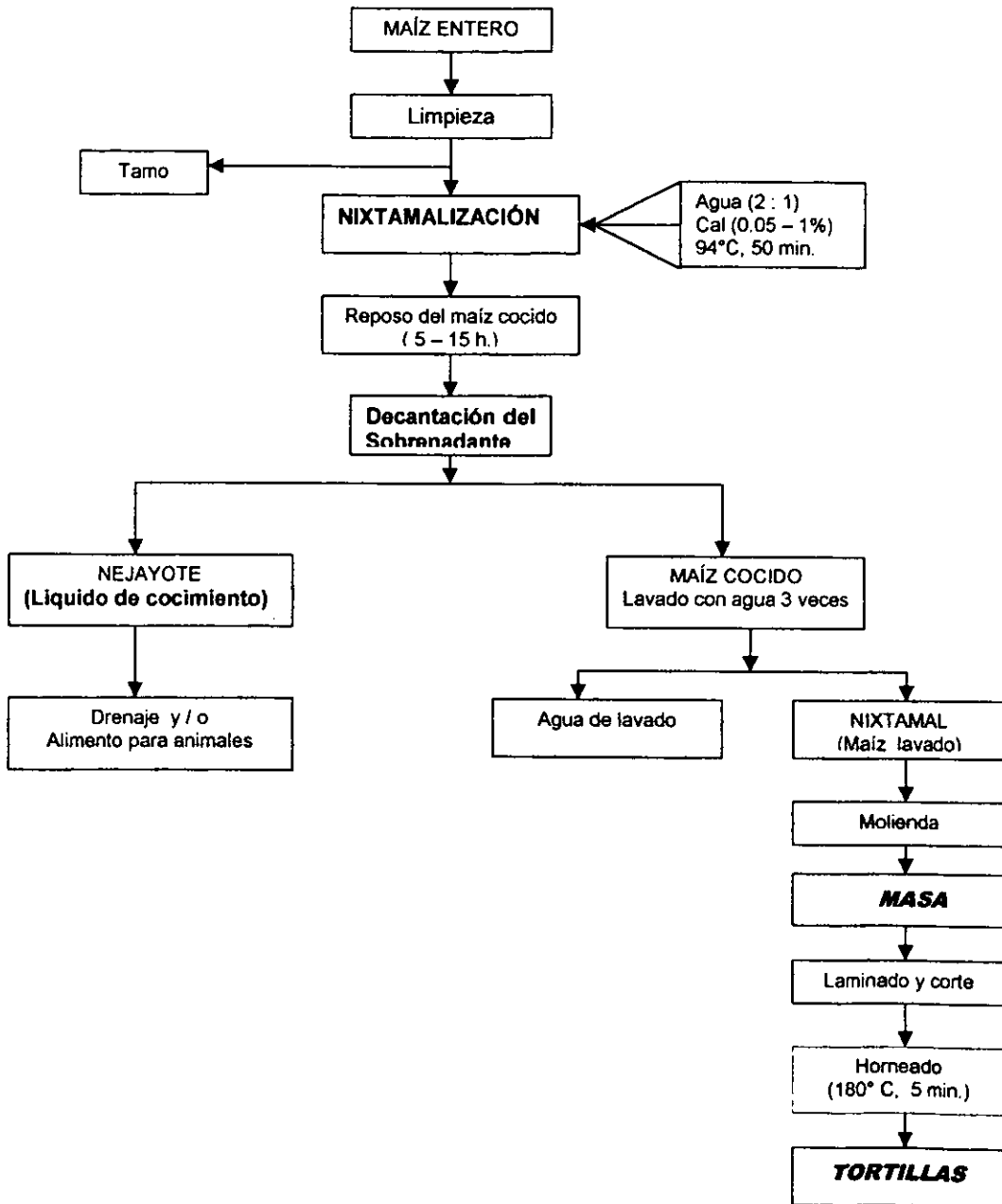
Las características culturales de consumo de tortilla por los mexicanos, los cuales demandan un producto caliente y recién elaborado, implica una cercanía estrecha con los consumidores, lo cual no ha permitido hasta ahora la implementación de empresas grandes, salvo en la industria harinera; más bien predominan los establecimientos de tipo familiar que presentan un alto nivel de concentración en zonas urbanas de elevada densidad demográfica. La agroindustria muestra, sin embargo, un dinamismo creciente, de tal manera que se consideraba que en 1991 existían en el territorio cerca de 100,000 establecimientos dedicados directamente a la fabricación de tortillas; de ellos, cerca de 15,000 se ubican en la zona metropolitana de la Cd. De México. Además se cuenta con cerca de 9 000 molinos de nixtamal en todo el país hasta 1998. Ahora existen alrededor de 40,000 tortillerías además de 8,000 molinos.

Dentro de los principales problemas que se observan en la industria de la masa y la tortilla, son sus altos costos de producción (en comparación con la industria harinera) y su alto grado de contaminación. La modernización de la operación de producción de

masa y tortillas lleva a la optimización de costos a través de tecnología, la cual está desarrollada y disponible.

Independientemente de que el nixtamal sea molido con agua y se empleen métodos artesanales para producir masa, o sin agua y se apliquen modernos métodos de secado para producir harina, el proceso de nixtamalización es básicamente el mismo: se añade cal viva o hidratada para la cocción del maíz. Diagrama No. 2

Diagrama No.2  
PROCESO TRADICIONAL DE NIXTAMALIZACIÓN



## **4.7 NIXTAMALIZACIÓN**

### **4.7.1 PROCESO TRADICIONAL**

Para elaborar las tortillas se pone a hervir en una olla una lechada de cal, con una concentración aproximada de 1.5 % ( peso o volumen de agua ), cuando está solución se encuentra hirviendo, se adiciona el maíz en proporción de una parte de maíz y dos partes de agua. El tiempo de tratamiento depende de la raza del maíz empleado, el cual puede variar de 30 a 50 minutos.

Después de este tiempo la olla se retira del fuego y su contenido se deja enfriar y reposar por espacio de 8 a 12 horas. Al término del tiempo de reposo, el nixtamal se cuele en una cesta calada, eliminándose el líquido sobrenadante, y en el mismo recipiente se lava el nixtamal con agua, con el fin de eliminar el exceso de cal. Ya lavado, se muele en un metate utilizando una piedra en forma cilíndrica y oblonga hasta obtener una masa desmenuzada.

### **4.7.2 PROCESO INDUSTRIAL**

El proceso industrial de los molinos de nixtamal se inicia con la limpieza a través de cribas o harineros, para llevarlo después a ollas o tinas con capacidad de 450 a 750 kg., se le adiciona cal hidratada o cal viva a razón de 7 g aproximadamente por kg. de maíz, y se cubre con agua caliente a una temperatura de 90 a 93° C. Posteriormente se mezcla en forma mecánica durante 8 a 15 minutos y después se deja reposar de 2 a 3 hr. Al terminar el tiempo de reposo y para comprobar que el nixtamal está bien cocido, basta con frotar fuertemente un grano entre los dedos y que el hollejo o pericarpio se desprenda en su mayoría, una vez comprobado el grado necesario de cocción del nixtamal se procede a lavarlo.



En la molienda mecanizada se emplean molinos de discos o piedras, ya sea accionados manualmente o mediante motores eléctricos o de combustión interna. La masa obtenida deberá ser homogénea y con un aglutinamiento apropiado para que la tortilla no resulte quebradiza.

Al tratar el maíz con cal se le transforma física y químicamente. Primeramente el proceso desprende el pericarpio, película transparente que cubre el grano. Además provoca importantes cambios químicos de importancia molinera. Los almidones y las matrices proteicas se modifican haciendo que la masa resultante de la molienda sea maleable. La molienda en si también se ve favorecida con este proceso termico-alkalino ya que el grano absorbe casi un 100% de su peso de agua y este hinchamiento hace que la molienda sea energéticamente y mecánicamente mas eficiente.

En general la nixtamalización provoca en el maíz cambios químicos que mantienen el valor biológico de su proteína y permiten la asimilación de la niacina que contiene el grano.<sup>33</sup>

Las proteínas del maíz son de valor nutritivo muy bajo, pero mejora su calidad después de haber sido sujetas al proceso de nixtamalización. A pesar de existir pérdidas de algunos aminoácidos, grasa y minerales, el maíz nixtamalizado presenta un valor mayor desde un punto de vista nutritivo que el maíz crudo.

La enfermedad de la pelagra (conocida como "de las 3 D's ya que causa dermatitis, diarrea y demencia) se manifiesta en poblaciones cuya dieta está esencialmente basada en el maíz sin ningún tratamiento termico-alkalino. Esta enfermedad se presenta debido a las grandes deficiencias de niacina y triptofano en la dieta.

La niacina del maíz está unida a otros constituyentes de este grano de tal forma que los tratamientos termico-alkalinos la liberan al hidrolizar los enlaces que la unen, haciéndola disponible. <sup>7</sup>

#### 4.8 LA INDUSTRIA DE LA HARINA DE MAÍZ NIXTAMALIZADA

Existen dos formas de producir tortillas de maíz: con masa de nixtamal y con masa de harina de maíz nixtamalizado. La fabricación de harina de maíz nixtamalizado surgió como respuesta al problema de conservación de la masa de nixtamal que en unas cuantas horas ya no es adecuada para el consumo humano y como producto del que pueden adquirirse los volúmenes que se desee y prepararse cada vez solo en la cantidad requerida, conservándose el resto en buen estado casi indefinidamente aún en las zonas más extremas.<sup>33</sup>

La industria de la harina de maíz en México tuvo su origen a principios de la década de los 50's, venciendo múltiples obstáculos, esta industria se ha convertido en un gigante, cuyas ventas ascienden a varios cientos de millones de dólares por año.

Actualmente, México es el principal productor de harina de maíz nixtamalizado en el mundo, esto no es de extrañarse dada la preponderancia de la tortilla en la dieta nacional.<sup>29</sup>

La industria de la harina de maíz nixtamalizada es la tercera industria más importante consumidora de maíz. En México existen cuatro empresas que manejan el mercado de dicho producto, Maseca, Minsa, Agroinsa y Hamasa, siendo las dos primeras las que participan con mayor porcentaje en dicho mercado. El tipo de maíz que utiliza la industria son criollos blancos dentados y semidentados.

El principal destino de la harina de maíz es la industria de la tortilla. El tamaño del mercado estimado en 1996 es de 22.1 mil millones de pesos (excluyendo los subsidios del gobierno). El segmento de la harina para masa de maíz, del mercado total de la tortilla, ha crecido de manera importante durante los últimos cinco años desde aproximadamente 21% del mercado de la tortilla en México en 1991 hasta un aproximado del 45% en 1996.<sup>33</sup>

El tipo de harina que producen depende de las necesidades del cliente manejando las diferentes variables (granulación, tiempo y temperaturas de cocimiento y remojo, híbridos de maíz y contenido de aditivos) según convenga.

Minsa tiene una capacidad instalada de producción, a principios de 1997 de 1'082, 628 toneladas de harina de maíz. Para finales de 1998 esperan tener 14000,000, es decir una capacidad de proceso de 1'174,600 y 1'484,000 toneladas de maíz respectivamente.

Maseca cuenta con 28 plantas productoras de harina de maíz (19 en México, 5 en EUA, y 4 en Centroamérica). Además cuenta con 14 plantas de fabricación de tortillas de maíz, trigo y frituras (3 en México, 10 en EUA y 1 en Centroamérica).

En el caso de Maseca, ha organizado los llamados Club de Maíz que ofrecen a los productores agrícolas interesados en el cultivo de maíz la compra segura y oportuna de su producto. El esquema de Club de Maíz ha permitido que las zonas cercanas a las plantas de Maseca, la agricultura tradicional se convierta en comercial e intensiva. Algunos requisitos para pertenecer a dichos clubes son: solvencia moral, disponibilidad para realizar innovaciones tecnológicas, Unidades de producción con vocación maicera, vías de comunicación accesibles, un radio de 80 Km. de las plantas harineras etc. <sup>85</sup>

El Grupo Maseca (Gruma) estima que para el año 2000 tendrá una capacidad de abasto de 1 millón 500 mil toneladas de maíz es decir 83% de la capacidad requerida de las plantas de Gruma que es de 1.81 millones de toneladas de maíz lo que significa una producción de 1.7 millones de toneladas de harina de maíz nixtamalizado.

Maseca es el principal fabricante a nivel mundial de plantas para producción de harina de maíz, tortillas y "chips". Se puede afirmar que México es líder mundial en cuanto a tecnología de producción de tortillas a nivel industrial.

Gruma ha desarrollado nuevos productos como la masa de maíz azul (dirigido principalmente a productores de tortillas azules y hojuelas azules en EUA y el extranjero). Una de las grandes ventajas de la industria harinera sobre la industria de la masa y la

tortilla es que la primera cuenta con recursos suficientes e infraestructura para realizar investigación tanto tecnológica (procesos) como para el desarrollo de nuevos productos.

Por sus características de infraestructura y capacidad de producción actualmente la industria harinera de maíz presenta algunas tendencias; participa en el desarrollo de nuevas estrategias de comercialización y nuevos mercados para la venta de harina de maíz a precios de libre mercado; expansión continua de la capacidad de producción; mejorar productividad; incrementar los inventarios de maíz a los estándares de la industria; expansión gradual continua hacia los mercados de EUA, Europa y Centroamérica, formación de tiendas de conveniencia para introducir productos al mercado de menudeo.<sup>87</sup>

#### **4.9 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HARINA DE MAÍZ NIXTAMALIZADO**

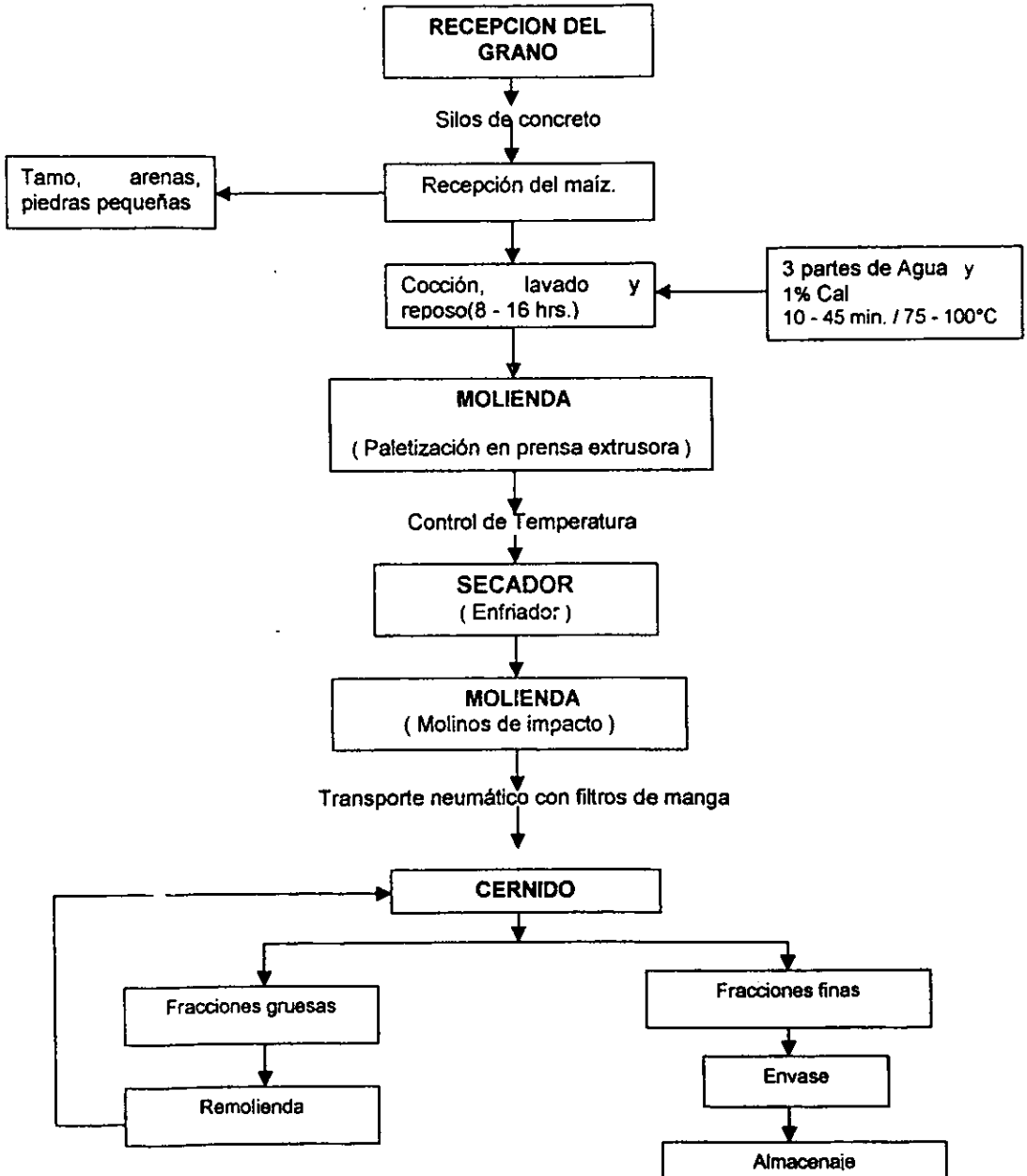
Es semejante al que se emplea en los molinos de nixtamal, iniciando con la limpieza y hasta la molienda, con la excepción que en las plantas actuales han sustituido las tinas por cocedores de flujo continuo,

En términos generales el proceso consiste:

1. Disminución de la humedad y retiro de impurezas. El maíz pasa por una limpiadora con el objeto de eliminar olores y otras impurezas. Si contiene más del 13% de humedad y debe almacenarse antes de entrar en producción, se elimina el excedente de agua por medio de una secadora.
2. El maíz limpio se pesa y envía a los cocedores en donde se lleva a cabo la maceración en agua en presencia de cal. La merma que tiene lugar en esta etapa está representada por las impurezas flotantes y sólidos solubles e insolubles que se eliminan con el nejayote y agua de lavado.
3. El nixtamal así producido se desintegra en molinos de impacto y se seca con gases calientes.

4. El producto molido o harina se sujeta a un tratamiento de enfriamiento. En esta etapa de deshidratación y enfriamiento la merma que ocurre se presenta con la eliminación de agua y polvo.
  
5. Después de pasar por los cernidores, la harina se envía a tolvas de almacenamiento, de donde se transporta al área de envasado y empaque.<sup>33</sup> Podemos ver este proceso en el Diagrama No. 3 que se presenta a continuación.

Diagrama No. 3  
DIAGRAMA DE FLUJO DE PLANTA PRODUCTORA DE HARINA DE MAÍZ  
NIXTAMALIZADA



#### **4.10 MAÍCES CON VALOR AGREGADO**

Existe otro tipo de maíces que se producen en EUA pero que poseen características especiales las cuales son requeridas por sus consumidores (comerciantes o industriales).

Las industrias almidoneras importan maíces cerosos de EUA y maíces altos en amilosa que son considerados como productos de calidad especial y se les conoce como "Maíces con Valor Agregado" (VEC = Value Enhanced Corn) y se utilizan para la producción de almidones modificados que son empleados en diferentes tipos de industrias, además pueden abastecerse a los procesadores de alimentos para animales, molienda húmeda, molienda seca y molienda alcalina (botanas).<sup>10</sup> Tabla No. 29 El maíz con valor agregado se define como el maíz que posee características de calidad particulares que aumentan su valor para el uso final.<sup>12</sup>

Las características generales de este tipo de maíz caen en dos categorías según el tratamiento que reciben:

1. Los tratados para modificar la composición del grano por medio de la manipulación genética (por cruza o por medio de ingeniería) para dar origen a granos con características especiales como por ejemplo maíz con alto contenido de aceite, almidón con alto grado de amilopectina etc.
2. Los tratados para mejorar ciertas características buscadas por el mercado (manejo de grano) como la disminución de fracturas, maíz orgánico o grano post cosecha libre de pesticidas.

Como estos tipos de maíz posee características especiales, reciben un sobreprecio de aproximadamente el 15 a 20% del precio de maíz amarillo que se considera el de referencia. El costo de un determinado "Maíz con Valor Agregado" se determina por varios factores como por ejemplo:

- El valor relativo del atributo buscado.
- El rendimiento de la variedad que produce el atributo en comparación con los rendimientos normales.
- El volumen de producción y el riesgo de comercialización que se negocia entre las partes que realizan la transacción.
- La cantidad adicional o manejo especial requeriendo por el productor o la firma comercializadora. 15



Tabla No. 29  
**MAÍCES CON VALOR AGREGADO (Value Enhanced Corn)**

PRODUCTO	DIFERENCIACION	USOS
Maíz azul	Grano de color azul	Utilizado en procesos de cocimiento alcalino para elaboración de masa, totopos y botanas
Endospermo duro/Grado alimenticio	<p>Mayor cantidad de endospermo vitreo en relación a la cantidad de endospermo harinoso.</p> <p>Maíz amarillo o blanco con elevada cantidad de endospermo vitreo en relación al contenido del endospermo harinoso, pericarpio prácticamente intacto, y de fácil remoción</p> <p>Conocido también como amilomaíz</p> <p><b>Contenido de amilosa mayor al 50%. Tres tipos de productos comerciales: Clase V (40-50% amilosa), Clase VII (50-80% amilosa) y Clase IX (90% amilosa)</b></p> <p>Las características del almidón hacen difícil su procesamiento.</p>	<p>Rendimiento mayor de "grits" largos en el proceso de mollienda seca.</p> <p>Para elaboración de masa, totopos y botanas</p>
Alto en Amilosa	<p>Se cultiva principalmente para la mollienda húmeda.</p> <p>El almidón se utiliza en textiles, dulces de goma, materiales para empaques biodegradables, adhesivos para la fabricación de corrugados. Uso potencial para la fabricación de productos plásticos biodegradables.</p>	
Alta lisina / Opaco	<p>Conocido como Maíz Opaco-2</p> <p>Alto contenido en lisina y aminoácidos indispensables</p> <p>Endospermo suave y polvoso, aunque los nuevos híbridos son más duros.</p> <p>El Maíz con Proteína de Calidad (Quality Protein Maize) es un maíz de endospermo duro con alto contenido en lisina</p>	<p>Fuente de proteína de alta calidad para dietas de no rumiantes.</p> <p>Puede mejorar la nutrición humana en regiones en donde la dieta se base en maíz.</p> <p>Cultivado de manera limitada para alimentos de aves, cerdos, bovinos lecheros.</p>
Alto en Aceite	<p>Un contenido mínimo del 5.8% de aceite. La cantidad promedio de aceite que contiene el maíz amarillo No.2 es de 4.5% o menor.</p> <p>Produce mayor cantidad de energía por bushel debido a que contiene una mayor cantidad de aceite.</p> <p>Nutricionalmente hablando es más balanceado por su mayor contenido de lisina y metionina.</p> <p>Presenta un germen más grande y una menor proporción de endospermo que los maíces dentados comunes</p>	<p>Sustituye a la grasa que se incorpora a las raciones de los animales.</p> <p>Utilizado en las raciones para alimentar cerdos, bovinos lecheros y pollos como fuente de energía y para bajar la cantidad de polvos en el alimento.</p> <p>Puede tener aplicaciones en la industria de la mollienda húmeda cuando los precios del aceite sean elevados</p>
Alto en Almidón	Rendimiento de almidón mayores al 90-70%	Mejora los costos en las plantas dedicadas a la mollienda húmeda

PRODUCTO	DIFERENCIACION	USOS
<p>Bejo estrés a las fracturas</p>	<p>Bajo porcentaje de granos con fisuras internas (generalmente menor al 20%)</p>	<p>El bajo nivel de fracturas hace que los granos sean menos susceptibles a daños mecánicos durante su manejo lo que aumenta la calidad del proceso. Bajo nivel de fracturas por estrés es indicativo de los que granos presentan un bajo nivel de daños por calentamiento, lo que se traduce en una mejor recuperación de almidón en la molienda húmeda. Aumenta la vida del grano durante su almacenamiento debido al bajo nivel de granos que se fracturan, menor cantidad de polvo que significan mermas, se mejora la aireación y disminuye la posibilidad de contaminación por hongo.</p>
<p>Alimento Nutritivo (conocido también como alto en proteína)</p> <p>Orgánico</p>	<p>Puede incluir uno o mas de los siguientes productos: alto contenido en proteína, alto contenido en aceite, perfil aminoácido o de ácidos grasos insaturados. Producto nutritivo. Cultivos sin utilizar pesticidas o fertilizantes químicos. Granos no tratados con pesticidas durante su almacenamiento.</p>	<p>Alimento para animales.</p> <p>Alimentos para consumo humano</p>
<p>Libre de Pesticidas en post-cosecha</p> <p>Cerosos</p>	<p>Granos no tratados con pesticidas durante la postcosecha</p> <p>El maíz con almidón ceroso contiene más del 99% de amilopectina. El maíz común está compuesto por 71-76% de amilopectina y del 24-28% de amilosa.</p>	<p>Alimento para animales.</p> <p>La claridad y textura del almidón lo hacen un producto deseable. Como estabilizante y espesante en alimentos, principalmente en aquellos que son sometidos a cambios de temperatura durante su procesamiento y preparación. También como emulsificante en aderezos para ensaladas. Otros usos: como adhesivo en la manufactura de cintas engomadas, en adhesivos y en la industria del papel.</p>
<p>Blanco</p>	<p>Grano de color blanco. Almidón más blanco</p>	<p>Para molienda seca, proceso alcalino para elaboración de alimentos. Uso limitado para la molienda húmeda para almidones grado alimenticio y papel.</p>

12

#### **4.11 MEJORAMIENTO DEL MAÍZ**

La finalidad de la tecnología de producción de semillas es mantener o hacer mas eficiente su nivel óptimo la calidad genética, física, fisiológica y sanitaria de las variedades mejoradas.

La investigación relacionada con el mejoramiento genético del maíz en México inicio aproximadamente en el año de 1940 y la distribución de semillas de manera comercial 7 años después, esto es en 1947.

Se inicio con la Comisión del Maíz que posteriormente se transformo en la Comisión Nacional del Maíz en 1950, y a partir de 1961 funciona como Productora Nacional de Semillas. Las instituciones que llevaron a cabo las investigaciones fueron realizadas por INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas) de 1961 a 1985, y por INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) de 1985 a la fecha en México.

En el año de 1964 el presidente Adolfo López Mateos propuso la creación de un centro internacional de investigación de maíz y trigo para ayudar a la labor de los programas nacionales en todo el mundo, pero haciendo hincapié en los problemas de producción de los países en desarrollo. El CIMMYT se fundo en el año de 1966 siendo el 2° centro internacional de investigación agrícola. <sup>14</sup>

El principal propósito del CIMMYT es ayudar a aumentar la producción de maíz y trigo en las regiones con déficit alimenticio, donde estos cultivos pueden ser producidos eficientemente. Parte de la investigación básica se lleva a cabo en el centro de operaciones del CIMMYT en México pero la mayoría de los trabajos se realizan en cooperación con los programas nacionales de varios países situados en zonas tropicales y subtropicales del mundo. Su personal de investigación lo constituye un grupo de científicos altamente capacitados en diversas disciplinas y de varias nacionalidades. <sup>20</sup>

A pesar de haberse obtenido mas de 160 variedades mejoradas de maíz a través de la investigación oficial (en la mayoría de los casos con ventajas que justifican su utilización en comparación con los materiales que los precedieron) su empleo es muy escaso, ya que, se estima que el uso de semilla certificada en México es de un 14% del total que se dedica para sembrar cada año, el factor principal es la falta de ofrecimiento constante y seguro de semillas de excelente calidad. 31

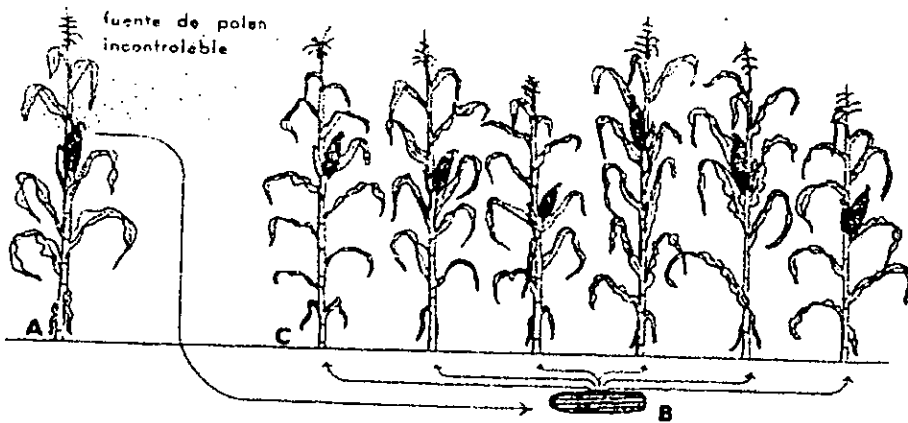
La situación a la que se enfrenta actualmente el mejoramiento genético de plantas en México es la siguiente:

El alto grado de dispersión de los proyectos de investigación, siendo común el bajo nivel de infraestructura e integración de apoyos, escasez de recursos económicos para operación, reducida colaboración y relación entre investigadores que desarrollan proyectos de investigación, resultados limitados y baja difusión de ellos, los apoyos materiales se han concentrado principalmente en la administración de cada institución, la investigación se realiza en un alto porcentaje con profesionistas jóvenes en proceso de formación y con fuertes restricciones económicas, también podemos añadir la posición ideológica del fitomejorador, el cual puede ser un soñador que va ha cambiar al mundo.

Actualmente los programas de mejoramiento genético estatales enfrentan restricciones presupuestales, pero se tiene un buen nivel de avance en la obtención de variedades de alto rendimiento y calidad y sus investigadores realizan esfuerzos para cubrir metas específicas de investigación, que podrían cubrir la demanda de semilla mejorada de maíz.ss

A continuación se presentan los métodos mas comunes que los fitomejoradores utilizan para mejoramiento del maíz.

## METODOS:

**4.11.1 MAÍZ DE POLINIZACIÓN LIBRE**

A: Planta de una variedad de polinización libre.

B: Mazorca de la planta anterior, cada grano provino de una fertilización independiente (todos los granos tienen parentesco respecto a la madre, pero pueden no tener ninguno con relación al padre, ya que el polen pudo provenir de distintas plantas)

C: Plantas obtenidas de la semilla de polinización abierta, en general conservan un tipo promedio semejante a la variedad de la cual se originaron

El maíz que se propaga de semilla que se ha producido bajo condiciones de polinización no controlada se denomina comúnmente *maíz de polinización libre o abierta*.

El maíz es una especie típica de polinización cruzada. Se puede concebir que cada semilla de una mazorca de maíz de polinización cruzada puede tener como progenitor, grano de polen diferente, es dudoso que dos semillas cualesquiera de la misma mazorca tengan exactamente el mismo genotipo. Por lo tanto, cada planta es un híbrido diferente con caracteres individuales distintos, por lo cual un campo con maíz de polinización libre es una mezcla de muchos híbridos complejos. La hibridación deliberada o accidental entre variedades a dado origen a muchas de las variedades comerciales de polinización libre.<sup>57</sup>

#### **4.11.2 MÉTODOS UTILIZADOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL MAÍZ DE POLINIZACIÓN LIBRE.**

Es indiscutible que ha habido mejoramiento en el maíz desde las épocas más remotas de su cultivo, tanto a través de la selección natural como mediante una selección objetiva hecha por el hombre. Es difícil concebir que se pudiera haber cultivado el maíz durante siglos sin que se realizara cierta selección, ya sea consciente o inconscientemente, ya que la selección de una mazorca para utilizar su semilla ha debido de ser una práctica normal cada vez que se ha sembrado el maíz.

El indígena ha conocido el proceso de polinización desde un principio ya que el dice "un maíz pinta al otro en la dirección del viento" y aun el efecto de la polinización de un maíz con un grano de un color sobre los granos de otro color, así como los diferentes periodos de floración y de maduración de sus maíces. 43

##### **4.11.2.1 SELECCIÓN MASAL.**

En el método de selección masal, se parte de una población de alto rendimiento y buenas características agronómicas (de la planta y de la mazorca) de entre las opciones que se tengan, se escogen unas 200 o 300 mazorcas al azar y se desgrana (si no se cuenta con las mazorcas se toman unos 3 a 5 kg. de semilla de la cosecha del ciclo anterior). La semilla obtenida de dichas mazorcas se mezcla y se siembra en masa. La selección en masa se ha utilizado tanto como método para conservar las variedades ya existentes como para la obtención de nuevas variedades. Cada agricultor que selecciona semilla para la siembra del siguiente año se convierte en un fitomejorador y puede modificar los caracteres de su maíz, seleccionando para una característica o tipo específico. Esto hace que aumente el número de tipos de variedades e incremente la variabilidad dentro de dichas variedades. 53

La selección en masa ha sido eficaz para modificar el tipo de la planta, la precocidad, las características del grano y la composición química. Ha sido relativamente fácil seleccionar en las variedades ya conocidas plantas con mazorcas largas o cortas, granos dentados, lisos o ásperos, plantas tardías o precoces, alto o bajo contenido de aceite u otras características fáciles de observar. Como resultado de una selección continua para características específicas, se han obtenido nuevas variedades para satisfacer los deseos del fitomejorador.<sup>57</sup>

La selección en masa no ha sido eficaz para aumentar el rendimiento de una variedad adaptada. La ineficacia de la selección en masa para aumentar el rendimiento se ha debido a las siguientes causas:

- a) La incapacidad del fitomejorador para reconocer las plantas de rendimiento superior.
- b) Las plantas sobresalientes pueden ser polinizadas por plantas superiores o inferiores (polinización no controlada), de tal manera que el alto rendimiento potencial de una planta no se reproduce en todos sus descendientes.
- c) El hecho de que una selección rigurosa para características específicas de la planta conduce con frecuencia a una cierta consanguinidad y ésta reduce el rendimiento. <sup>5</sup>

#### **4.11.2.2 MEJORAMIENTO MEDIANTE EL ESTABLECIMIENTO DE MAZORCA POR SURCO.**

Los aspectos más importantes de este sistema de mejoramiento según se ha establecido son los siguientes:

- a) Se desgrana por separado de 50 a 100 mazorcas. Parte de la semilla de cada una se siembra de tal manera que se tenga un surco para cada mazorca. El resto de la semilla se identifica debidamente y se guarda.

- b) Cada surco se registra y evalúa en relación con sus características y rendimiento, seleccionando los mejores surcos.
- c) La semilla que se conservo de las mazorcas que produzcan los 10 ó 20 mejores surcos, se utiliza para sembrar una parcela al año siguiente. De este lote se seleccionan nuevamente mazorcas, repitiendo el procedimiento.

El método de mazorca por surco fue ineficaz para aumentar los rendimientos debido a que las mazorcas de alta producción eran híbridos casuales que no se reproducirían iguales a si mismo. 48

### **4.11.3 MAÍZ HÍBRIDO**

**¿Que es el maíz híbrido?** El maíz híbrido es la primera generación de una cruce entre líneas autofecundadas. Esto es , antes de que el maíz pueda ser cultivado, anteriormente se han debido de producir un alto numero de polinizaciones (5 a 7) entre poblaciones de plantas cultivadas por el hombre. 48

Aun que las técnicas pueden variar en algo, se tiene una metodología general para la obtención de maíz híbrido:

- a) la obtención de líneas autofecundadas, por autopolinización controlada.
- b) La determinación de cuales de las líneas autofecundadas pueden combinarse en cruces productivas.
- c) Utilización comercial de las cruces para la producción de semilla. 53



#### 4.11.4 LINEAS AUTOFECUNDADAS

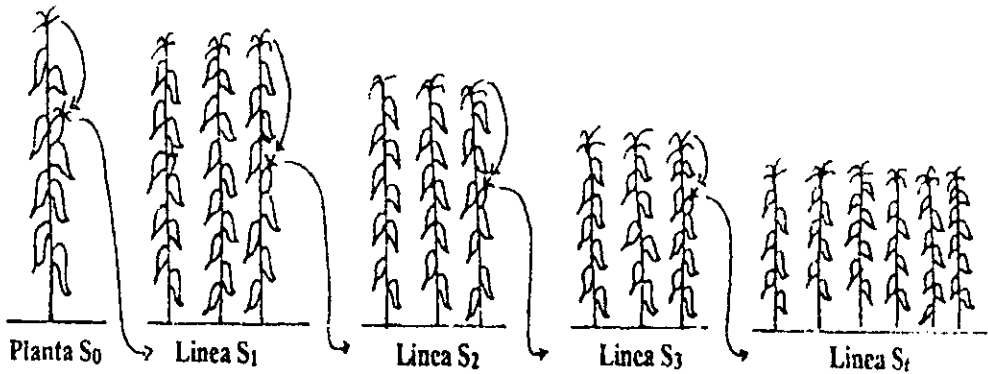
Una línea autofecundada se produce mediante la autofecundación de la misma planta, esto es, los estigmas de la planta deben polinizarse aplicando a mano el polen colectado de las propias espigas. Como el maíz sufre normalmente la fecundación cruzada, debe controlarse la polinización en cada generación, esto requiere generalmente de 5 a 7 generaciones. Cada línea tiene una combinación diferente de genes. Una línea obtenida por autofecundación es una línea pura, que desciende por autofecundación de una planta capaz de reproducirse idéntica a sí misma. Por lo tanto, dentro de una misma línea cada planta será exactamente igual a las otras, esto es líneas vigorosas de aspecto uniforme. «

Si una planta de maíz de una variedad de polinización libre se autofecunda, su progenie tendrá menor vigor en comparación con la planta progenitora. Con cada autofecundación se observará una reducción adicional del vigor, hasta que se obtenga una línea homocigótica. «

Aproximadamente la mitad de la reducción total del vigor se registra en la primera generación autofecundada, el resto de la pérdida se registra por la mitad en cada generación sucesiva. Las plantas de las primeras generaciones autofecundadas muestran muchos defectos, como reducción de altura, tendencias a producir chupones, acame, susceptibilidad a enfermedades etc., las plantas anormales se desechan y solamente se autofecundan en cada generación nuevamente las plantas satisfactorias. El vigor que se perdió durante el periodo de autofecundación se recupera cuando una línea se cruza con otra (heterosis).

La planta original autofecundada se denomina en general  $S_0$  y la progenie obtenida por la autofecundación de esta planta se denomina  $S_1$  (primera generación autofecundada):

La segunda generación autofecundada se denomina  $S_2$  y así sucesivamente, como se muestra en el siguiente esquema:

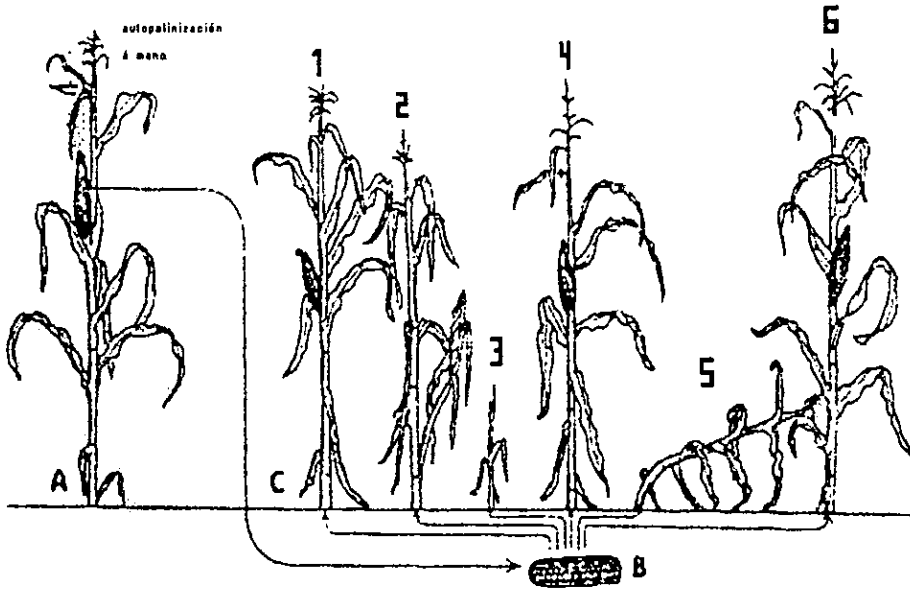


Las mazorcas de las plantas que se van a autofecundar se cubren con bolsas de papel parafinado, uno o dos días antes de que aparezcan los estigmas. Cuando ya han emergido los estigmas y la espiga está derramando el polen, se levanta ligeramente la bolsa de papel que se le colocó a la mazorca y se corta la punta de la mazorca unos 2.5 cm, cubriendo de nuevo con la misma bolsa, esto se realiza para que al día siguiente los estigmas de la mazorca hayan crecido de manera uniforme unos 2.5 a 3.5 cm. y se pueda llevar a cabo una buena polinización.

En el mismo momento en que se recorta la mazorca se cubre la espiga con otra bolsa de papel, al día siguiente se colecta el polen en la bolsa que cubre la espiga y se le lleva a los estigmas, quitando la bolsa que cubre la mazorca y colocar la bolsa que contiene el polen para esparcirlo sobre los estigmas (se debe tener mucho cuidado para evitar contaminación con polen extraño).<sup>37</sup>

Muy pocas de las líneas autofecundadas son suficientemente satisfactorias para intervenir en la producción de un híbrido comercial. La mayor parte de ellas se desecha durante los programas de ensayo debido a que no tienen aptitud combinatoria con otras líneas con las que se cruzan, por lo cual no producen cruza simples satisfactorias o producen otros defectos importantes.

Solo unas cuantas líneas autofecundadas se usan de forma extensiva en la producción comercial de semilla híbrida.



A: Planta de autopolinización So  
B: Mazorca de la planta So. Los granos de la mazorca tienen parentesco tanto en su lado masculino como femenino.  
C: Plantas de primera autofecundación. Las plantas con características deseables se utilizan para autofecundaciones subsiguientes (1,4,6), plantas indeseables se desechan (2,3,5).

#### 4.11.5 CRUZAS SIMPLES (A x B)

Una crusa simple es la descendencia híbrida de dos líneas autofecundadas puras.

La obtención de híbridos simples no es siempre fácil, pues ocurre con frecuencia que exista un desfase en la maduración de los órganos reproductores en las dos líneas. Por está razón la elección de líneas puras para la obtención de híbridos simples debe ser cuidadosamente hecha, teniendo muy presente la época de maduración. 41

Una crusa simple superior recupera el vigor y la productividad que se perdió durante el proceso de autofecundación y será mas vigorosa y productiva que la variedad progenitora original de polinización libre, de la que se obtuvieron las líneas autofecundadas. No todas las combinaciones de líneas autofecundadas producen cruzas simples superiores, en realidad las combinaciones de líneas autofecundadas que producen cruzas simples de rendimientos sobresalientes son relativamente raras.

Este aumento de vigor de una crusa simple sobre el promedio de las líneas progenitoras es un fenómeno conocido con el nombre de *vigor híbrido* o *heterosis*, el cual se puede definir como el exceso de vigor del híbrido con respecto al vigor promedio de sus progenitores, el cual resulta de la acción de genes dominantes, cada uno de los cuales aporta un pequeño incremento al rendimiento final. Cada línea autofecundada contiene genes dominantes específicos que afectan al rendimiento. 53

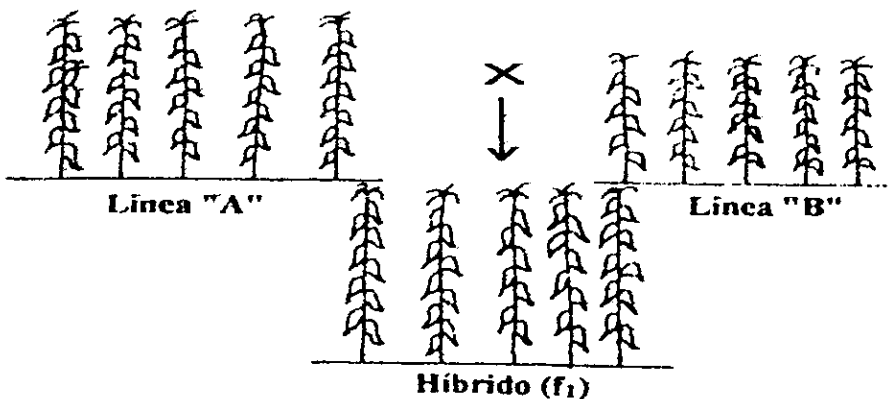
El vigor híbrido se manifiesta si se logra la reunión de dos conjuntos de genes dominantes favorables que se complementen., además durante el proceso de autofecundación se eliminan muchos genes recesivos que son nocivos para el rendimiento de la planta. Los siguientes son algunos ejemplos de cómo se manifiesta el vigor híbrido: el maíz híbrido puede tener mazorcas más grandes, más hileras de granos por mazorca, mayor número de nudos por planta o un mayor rendimiento de grano que las líneas autofecundadas que lo componen). 5

La técnica de cruzamiento para producir semillas de crusa simples no es diferente que la que se utiliza para la obtención de líneas autofecundadas. Tanto la mazorca como la espiga se cubren de igual manera que para las autofecundaciones, sin embargo el polen

de una línea autofecundada se utiliza para polinizar las otras líneas, produciendo así una cruce simple. La elección de la línea que se vaya a utilizar como progenitores masculino, dependerá de cual de ellas produzca el polen más abundante y de cual tenga las mejores característica de mazorca y semilla. 57

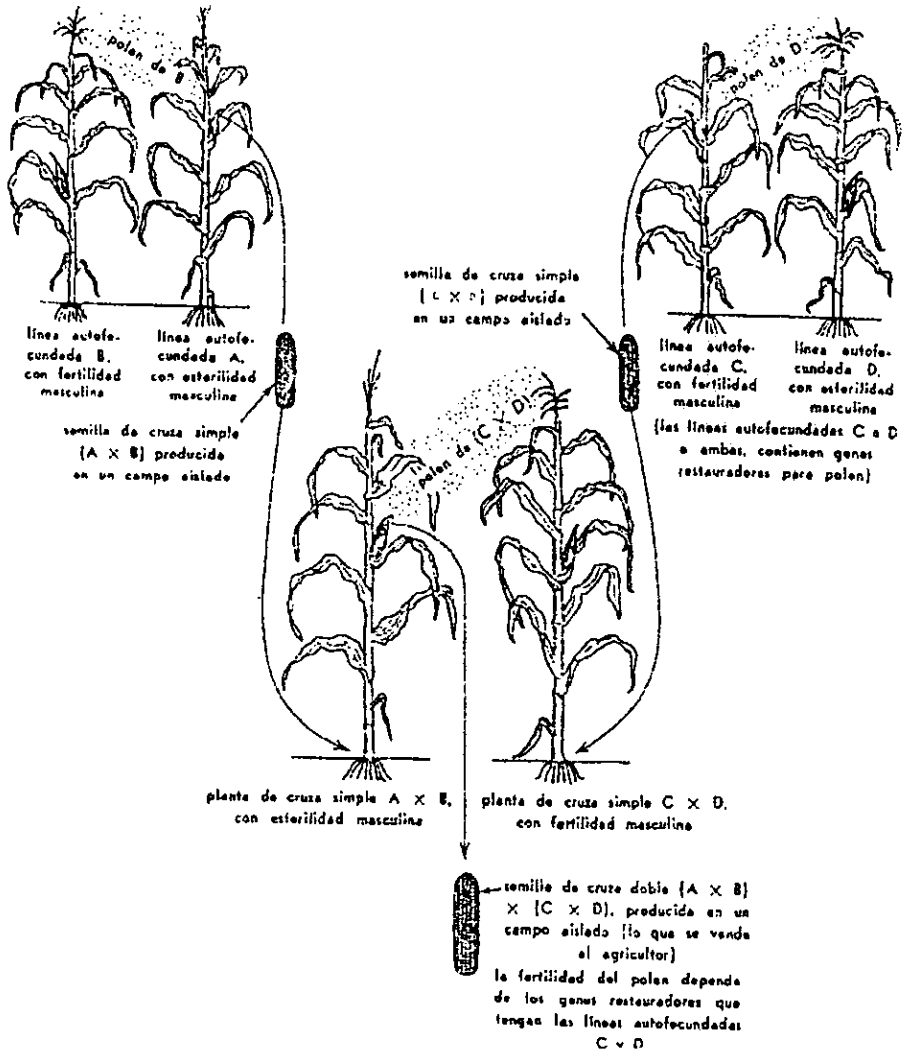
La hembra (productora de semilla) se desespiga o se evita la producción de polen utilizando la esterilidad masculina citoplásmica (la esterilidad masculina citoplásmica es debida a la acción conjunta de 2 genes recesivos que siempre se transmite por vía materna a las que se da algunas veces el nombre de plasmagenes. El uso de la esterilidad masculina tiene aplicación en la producción de semilla híbrida, pues si la línea hembra es estéril no hay necesidad de desespigarla. Esto tiene dos ventajas importantes, primero el ahorro del costo de desespigue por el aborto del polen y segundo la garantía de que toda la semilla de las plantas estériles es cruzada. 58

Como se puede ver en el siguiente esquema, la semilla de una cruce simple se produce en una planta autofecundada "A", que ha recibido el polen de una segunda línea autofecundada "B". La semilla de las cruces simples son generalmente de tamaño pequeño y de forma irregular. Los rendimientos de semilla son bajos debido a que las líneas autofecundadas en las que se produce la semilla son relativamente improductivas, por este motivo la semilla de las cruces simples es de producción costosa. Además de ser pobres productoras de semillas, la producción de polen es muy bajo. Este tipo de cruce es importante cuando se utiliza para obtener semillas de cruce doble. 46



**4.11.6 CRUZAS DOBLES (A x B) x (C x D)**

En el siguiente esquema se presenta la producción de semilla híbrida en cruza simple y doble, empleando el método de esterilidad masculina citoplásmica:



La cruce doble es la progenie híbrida obtenida de una cruce entre dos cruza simples.

La semilla de una cruza doble se produce en una planta de cruza simple que ha sido polinizada por otra cruza simple, las cuales son altamente productivas en semillas de calidad. Está es la semilla híbrida que generalmente se vende al productor por lo que este cultiva plantas de cruza doble. 41

Debido a que la semilla de la cruza doble se cosecha de una planta productiva de una cruza simple, es mas uniforme en tamaño y apariencia y se obtiene en mayor abundancia y con mayor economía que la semilla de las cruzas simples, que se cosecha en una planta autofecundada.

Las cruzas dobles pueden obtenerse mediante polinización a mano en la misma forma que se obtienen las cruzas simples, o se pueden producir sembrando las dos cruzas simples progenitoras en un campo aislado. La cruza simple hembra se desespiga antes de que produzca polen, o se evita la producción de polen utilizando la esterilidad masculina citoplásmica y después se poliniza con el polen de la segunda cruza simple.57

Generalmente se siembran dos surcos de híbrido simple que va a actuar como padre y cuatro o seis surcos de la que va a actuar como madre.41

### **7.11.7 CRUZA DE TRES LINEAS ( A x B ) x ( C )**

La cruza de tres elementos es menos costosa de producir que la de cruzas simples, aunque mas cara que la de cruzas dobles. Tiende a ser muy uniforme y a tener un rendimiento ligeramente superior que el de cruza doble. Estas se producen donde se cuentan con tres líneas que se combinen bien pero donde no está disponible una cuarta línea adecuada o donde se desea una uniformidad extrema.49

La cruza de tres elementos también es útil para predecir híbridos de cruza doble deseables.5

**4.11.8 CRUZA REGRESIVA**

Es el cruzar una línea autofecundada con una variedad de polinización libre. Está cruzada se utiliza para probar la capacidad de una línea autofecundada para producir una progenie de alto rendimiento.<sup>5</sup>

**4.11.9 CRUZA REGRESIVA SIMPLE (A x B) x ((C x D) x C)**

Este tipo de cruzada puede desempeñarse muy bien, contribuir a la uniformidad de la planta y la mazorca y ser muy prácticos de producir, siempre y cuando la semilla se cultive con un progenitor de cruzada simple vigoroso.

**4.11.10 CRUZA REGRESIVA DOBLE ((A x B) x A) x ((C x D) x C)**

Este tipo de cruzada no se utiliza mucho ya que su producción es demasiado complicada y costosa, sin embargo pueden tener un desempeño excelente y dar una uniformidad razonable a la planta y a la mazorca.<sup>6</sup>

**4.11.11 CRUZA MULTIPLE ((A x B) x (C x D)) ((E x P) x (G x H))**

Las cruza múltiples, que comprenden seis, ocho o más líneas puras, se han usado muy poco comercialmente. Pueden ser muy útiles bajo condiciones adversas, en donde los menores costos de la semilla o la mayor variabilidad en el cultivo sean factores importantes. Sin embargo su producción es más complicada que la de los híbridos que incluyen menos líneas, y que por lo general no son del tipo híbrido de rendimiento máximo y cuando se usan bajo condiciones de crecimiento deseables, las generaciones avanzadas de los híbridos múltiples pueden servir como valiosa fuente de germoplasma de nuevas líneas puras.<sup>100</sup>



#### **4.11.12 VARIEDADES SINTÉTICAS O COMPUESTOS DE MAÍZ**

Los maíces sintéticos o compuestos se producen a base de mas de cuatro líneas puras seleccionadas

Se han señalado dos ventajas de los sintéticos que son los siguientes:

- a) Una variedad sintética sería preferible al híbrido en zonas de ingresos bajos para eliminar la necesidad de que el agricultor compre nueva semilla híbrida cada año.
- b) La mayor variabilidad de un sintético podría permitir mayor adaptación que un híbrido a las condiciones variables de crecimiento.<sup>57</sup>

Se han obtenido sintéticos que son superiores a las variedades de polinización libre, pero sin que lleguen a ser tan productivos como la crusa doble mejor adaptada al área de referencia.

Los sintéticos están probando ser depósitos muy útiles de combinaciones genéticas deseables para el desarrollo de líneas puras superiores.

#### **4.11.13 CRUZA DE LINEAS HERMANAS (A x A') x (B x B')**

Son combinaciones entre sublíneas de la misma línea pura. Algunas cruza entre sublíneas tienen rendimiento, vigor y resistencia al acame (caída de la planta) mas elevado que la línea pura original y son practicas para la producción de semilla de híbridos comerciales.<sup>44</sup>

**4.11.14 "MESTIZOS" O CRUZAS RADIALES (A x B) x Variedad de polinización libre o (A) x Variedad de polinización libre.**

Este tipo de crusa es fácil de producir y con frecuencia son híbridos útiles para usarlos en las etapas iniciales de un programa de mejoramiento. Por ejemplo estos mestizos pueden cambiar los rasgos deseables de la crusa simple americana y de la variedad africana de polinización libre.

La mayor parte de las cruzas radiales son recursos temporales que por lo general se reemplazan eventualmente con híbridos más complejos. Son útiles para evaluar el desarrollo y aptitud combinatoria general de líneas puras. 1

**4.12 HIBRIDOS Y VARIEDADES DE MAÍZ EN MEXICO**

En el pasado se extrapuló información técnica de otros países y de unas zonas a otras, lo cual es muy riesgoso cuando no hay similitud en los genotipos y el ambiente que se maneja.

En México existen una gran cantidad de variedades regionales, variedades mejoradas e híbridos de maíz propias para las principales regiones del país, según las condiciones ecológicas y edáficas y la forma de cultivo, sea para temporal o riego.

Uno de los principales objetivos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrarias y Pecuarias (INIFAP), en apoyo a SAGAR, es el de cubrir la demandas tecnológicas de los agricultores, presentando alternativas rentables, entre las cuales se contempla :

- Delimitación de ambientes óptimos de producción de líneas, cruzas simples, cruzadas dobles y variedades.

- Manejo agronómico para eficientar el rendimiento y calidad de semillas: fecha de siembra, densidad de población, fertilización, relación hembra-macho, distancias de aislamientos, coincidencia a floración, herbicidas, desespigamiento, vigor de semillas etc.
- Descripción y mantenimiento varietal.
- Pruebas de pureza varietal, electroforesis, análisis de fragmentos de restricción, pruebas de campo etc.
- Mejoramiento de progenitores y selección para vigor, tamaño de semilla, longevidad, tolerancia al almacenamiento etc. 31

Hasta el año de 1996, se han liberado un total de 168 maíces mejorados a nivel nacional de los cuales el 50.6% son híbridos, 39.9% son variedades y el 15.5 % restante son variedades sintéticas. De ese total, 35 maíces mejorados se han generado para regiones de Valles Altos. 52 para condiciones del tipo bajo o intermedias, 44 para trópico seco y 37 para trópico húmedo.

De los 85 híbridos, el 60 % son resultado de cruza dobles, 18.8 % de cruza triples, el 17.7 % de cruza simple y 3.5 % son híbridos varietales.

Actualmente se encuentran disponibles en el mercado 115 maíces mejorados y 53 han dejado de multiplicarse debido a que han sido superados en rendimiento, características agronómicas, capacidad de producción de sus progenitores y por su resistencia a plagas y enfermedades, por semillas mejoradas posteriormente.<sup>78</sup>

El maíz es probablemente la especie cultivada con mayor variabilidad que existe en la actualidad, se descrito en once volúmenes 305 razas solo en el continente latinoamericano.<sup>84</sup>

En algunos híbridos que se distribuyen comercialmente existe un diferencial negativo de hasta un 40% con respecto a la semilla de origen INIFAP, esto indica una gran pérdida del potencial de rendimiento que repercute en el rendimiento del grano, por

esto los semillistas se quejan de que el fitomejorador entrega progenitores con demasiados problemas en la producción de semillas y el fitomejorador se queja que no se maneja su material como debe ser por lo que baja su potencial productivo.<sup>31</sup>

Si bien, por si sola, la semilla mejorada no garantiza el incremento en la producción agrícola, es uno de los insumos más económicos para aumentar la rentabilidad del cultivo en un corto plazo, por lo que resulta importante contar con una relación explícita del comportamiento, su descripción, lugar de adaptación, así como las ventajas y riesgos de su uso.<sup>32</sup>

El INIFAP ha usado la siguiente nomenclatura para darle nombre a sus maíces mejorados. Todos los nombres inician con una letra, que pueden ser:

- V = Variedad
- H = Híbrido
- VS = Variedad Sintética ó
- HV = Híbrido Varietal

Adema de las variedades mejoradas del INIFAP, se incluyen variedades de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", como son: AN-447, AN-444 etc., así como aquellos materiales de empresas privadas que destacan por su comportamiento, por ejemplo: B-55, B-830, P-3228, P-507 etc.

De las más de 160 variedades mejoradas obtenidas, alguna pueden considerarse como "ases" o "elites" por su aceptación y demanda. Algunos de estos maíces "ases" son el H-311, H-507, H-220, H-422, H-433, H-135, HV-313, M-355, O-356 etc. , ese algo que tienen estas semillas ("carisma"), hace que la demanda de estos maíces supere frecuentemente a la oferta, ya que prácticamente por si solas se promueven a pesar del poco esfuerzo de algunas instituciones por comercializarlas.

Un ejemplo de esto puede ser el híbrido H-311, lo máximo que se ha llegado a vender son aproximadamente 300 toneladas, pero se cree que este maíz puede tener un mercado superior a las 2 000 toneladas en base a su excelente comportamiento, ya que es altamente redituable y productivo en relación a semillas. <sup>33</sup>

El problema en el momento actual no es la existencia de genotipos de buen rendimiento, sino corregir el proceso que limita ofrecer semilla de alta calidad así como el aumento de la producción de maíz, para disminuir poco a poco los niveles de importación de este cereal.

En la tabla No. 30 se presentan algunos ejemplos de semillas producidas por INIFAP, las cuales son altamente productivas en relación a obtención de semillas según las distintas regiones del país.

Tabla No. 30  
HÍBRIDOS DE ALTO RENDIMIENTO

REGION	NOMBRE DEL GENOTIPO
Valles Altos (2200 a 2700 m.s.n.m.)	H-30 (Híbrido doble) H-34 (Híbrido simple) H-137 (Híbrido doble) H-149 (Híbrido triple)
Región del Bajío (1200 a 1800 m.s.n.m.)	H-303 (Híbrido doble) H-311 (Híbrido doble) HV-313 (Híbrido varietal) H-355 (Híbrido triple) H-356 (Híbrido simple) H-135 (Híbrido triple)
Trópico Seco (0 a 1000 m.s.n.m.)	H-422 (Híbrido simple) H-433 (Híbrido triple) V-455 (Variedad de polinización libre)
Trópico Húmedo (0 a 1000 m.s.n.m.)	H-507 (Híbrido doble) H-509 (Híbrido doble) V-530 (Variedad de polinización abierta) V-531 ( " " " " ) V-532 ( " " " " ) V-534 ( " " " " ) VS-529 (Variedad sintética)

31

De la anterior lista podemos describir algunos de los genotipos como pueden ser :

- H-149 Híbrido triple para Valles altos y zona de transición Bajío-Valle altos. Ha producido experimentalmente hasta 19 ton/ha. De grano. Es de doble propósito, grano y forraje. Tolerante al carbón de la espiga y al acame, se adapta de 1700 a 2300 m.s.n.m.
- H-135 Híbrido triple para la zona de transición Bajío-Valles Altos. Ha producido rendimiento experimental de 17 ton/ha, comercialmente ha producido 12 ton/ha, tolerante al carbón de la espiga, se adapta de 1700 a 2250 m.s.n.m. (Hidalgo, Puebla, México, Oaxaca, Jalisco, Aguascalientes, Durango, Querétaro etc.)
- H-311 Híbrido doble para la región del Bajío, tolerante al carbón de la espiga y al acame. Se adapta de 1200 a 1800 m.s.n.m., rinde hasta 12 ton/ha. Es de porte bajo.
- H-356 Híbrido simple para el Bajío. También llamado O-356 (Odon). Tolera al carbón de la espiga y al acame. Se adapta de 1200 a 1800 m.s.n.m., rinde hasta 15 ton/ha. <sup>sz</sup>

Cabe hacer mención que los genotipos antes descritos son solo algunos de los mas de 160 semillas liberadas por INIFAP hasta el año de 1996 en México, las cuales en su totalidad pueden ser consultadas en "Híbridos y variedades de maíz liberados por el INIFAP hasta 1996" Editado por SAGAR / INIFAP 1996. ( Anexo II )

Si bien podría hablarse de un gran éxito en el mejoramiento genético del maíz de los EUA, por el alto uso de las semillas mejoradas en la producción comercial, se debe considerar que hasta ahora sólo se ha producido, principalmente material para la alimentación de ganado, donde la calidad para el consumo humano no es importante, siendo hasta ultimas fechas cuando se buscan los ajustes pertinentes ya que al lograr mayores rendimientos se ha perdido diversidad genética en sus genotipos originales.<sup>ss</sup>

A continuación se presentan una serie de tablas ( Anexo I ) donde se indican las variedades recomendadas de maíz las cuales incluyen los ciclos de cultivo de los años 1997, 1998 y 1999, las cuales están divididas por estados, a los cuales se le recomienda algunas variedades de maíz según la región del estado. Estas tablas también nos presentan las fechas sugeridas de siembra y cosecha dependiendo del ciclo agrícola en que se va a sembrar y el tipo de semilla que se va a utilizar. 85,86,87,88

#### **4.13 MAJORAMIENTO DE LA CALIDAD NUTRITIVA DEL MAÍZ**

El maíz es una de las fuentes de proteína vegetal de mayor uso y constituye un grano básico alimenticio en muchas zonas del país, por lo que el maíz continuara siendo un importante factor en la nutrición humana.<sup>74</sup>

El maíz en comparación con otros cereales, es un alimento de alto valor energético (rico en hidratos de carbono), bajo en contenido de fibra y de un 3 a 4% más bajo en cantidad de proteína, la cual a su vez, por consistir principalmente en zeína, es deficiente en los aminoácidos indispensables lisina y triptofano.<sup>3</sup> En general la proteína de otros cereales es de mayor calidad que la del maíz, sin embargo, no se puede considerar que alguno de los cereales tenga verdaderamente proteína de alta calidad.<sup>101</sup>

El mejoramiento genético de las plantas y de los animales se fundamenta en la variabilidad existente entre los individuos de esas poblaciones, la cual es resultado de defectos genéticos, ambientales y de la interacción entre ambos. El trabajo del genetista consiste, en ultima instancia, en independizar estos efectos en el comportamiento de los individuos con el objeto de lograr ciertos objetivos mediante la selección y perpetuación de los efectos genéticos favorables.

Los efectos genéticos estan controlados principalmente por dos tipos de genes: los cuantitativos y los cualitativos. Los genes cuantitativos actúan en forma acumulativa, cada uno contribuye parcialmente a la determinación de alguna característica, como por ejemplo, el rendimiento del grano o su contenido de proteína. Los genes cualitativos actúan en forma mas categórica, es decir: la presencia o ausencia de cierta combinación específica de un par de ellos, determina la manifestación de la característica que controlan.<sup>71</sup> A está clasificación pertenecen los genes mutantes Opaco-2 (O<sub>2</sub>) y Harinoso-2 (fl<sub>2</sub>), que tienen la habilidad de mejorar notablemente la calidad de la proteína del endospermo en el grano de maíz ya que inhiben la síntesis de zeína, lográndose un mejor balance de lisina y triptofano. <sup>8</sup>



Las características morfológicas de la planta de maíz permiten manipular su fecundación y estudiar progenies numerosas en periodos relativamente cortos. Esto a su vez, ha permitido conocer a nivel de predicción los mecanismos que rigen su herencia. Los métodos de selección y de recombinación de genes cuantitativos favorables ha propiciado el aumento del rendimiento, a la vez que la utilización de genes cualitativos ha contribuido al mejoramiento de características específicas tales como resistencia a enfermedades y reducción de altura del tallo. Está actividad la realiza el fitomejorador con relativa independencia de otras disciplinas, utilizando parámetros directos y de fácil obtención en muestreos de poblaciones tan grandes como desee.<sup>74</sup>

El mejoramiento de la calidad nutritiva del maíz requiere una metodología mas compleja cuyos fundamentos genéticos no son muy bien conocidos; estos se amplian necesariamente al campo de la Bioquímica y de la Nutrición, además se tiene que depender de parámetros indirectos de costosa obtención y de difícil interpretación. Estos parámetros que miden la calidad nutritiva del maíz, se basan en conceptos bioquímicos y/o nutricionales que no necesariamente estan relacionados con los efectos genéticos que se desean controlar. <sup>6</sup>

El programa de mejoramiento del maíz del CIMMYT está orientado hacia el desarrollo de variedades de alto rendimiento, resistente a las enfermedades y con amplia adaptación que pueden ser útiles bajo una amplia gama de condiciones ecológicas en todo el mundo.<sup>20</sup> Considerando que el objetivo principal es mejorar el valor nutritivo del grano de maíz, interesa en primer lugar, conocer los tipos de proteínas presentes en las diferentes partes de la semilla, para subdividir después los objetivos del mejoramiento con respecto a la calidad y la cantidad de la proteína.<sup>38</sup>

En el endospermo se localiza el 80 – 85% de la proteína total del grano, pero esta es de muy baja calidad debido a la alta concentración de la prolamina zéina, fracción de la proteína soluble en alcohol y de poco o nulo contenido de los aminoácidos esenciales lisina y triptofano. En el embrión de la semilla se localiza el 20 – 25% restante, que es de calidad excelente debido a la alta concentración de albúminas y globulinas, fracciones que son solubles en agua y en soluciones ácidas, ambas tiene un alto contenido de lisina y triptofano.<sup>71</sup>

Conociendo esta relación se comprende que sea el endospermo la estructura que merece primordial atención para su posible mejoramiento. Los genes Opaco-2 y Harinoso-2 modifican precisamente esta estructura, por eso son ampliamente utilizados en los programas de mejoramiento de la calidad de la proteína del maíz. 6 Estos genes reducen considerablemente el rendimiento al modificar la textura normal dentada del grano a una textura harinosa en la semilla. El mejoramiento genético consiste en recuperar la capacidad de rendimiento original, mientras que se mantiene el beneficio introducido en la proteína de más alta calidad. 6

Existen muchos mutantes en maíz, que producen grandes diferencias en las propiedades como textura, forma y cantidad del endospermo.

Se sabe que varios mutantes de maíz afectan a la síntesis del almidón en el endospermo, se conocen los efectos de la sustitución de genes sobre el almacenamiento de carbohidratos para ceroso (wx), azucarado-1 (su1), rugoso-2 (sh2), quebradizo-1 (bt1) y quebradizo-2 (bt2) y deslustrado-2 (du-2). Todos estos mutantes, con la excepción de wx, terminan en síntesis de menor cantidad de almidón. Los mutantes wx, azucarado-2 (su2), du y amilasa-extensor (ae) también originan cambios en las proporciones relativas entre amilosa y amilopectina. El almidón del endospermo de wx es completamente amilopectínico y los almidones sintetizados en los endospermos de: du, su2 y ae tienen porcentajes de amilosa mayores que lo normal. (ae contiene cerca de 60% de amilosa).

Varios otros mutantes afectan la opacidad del endospermo en forma similar que opaco-2 y harinoso-2, como son el opaco-4 (O4) y el opaco-7 (O7) los cuales mantienen un contenido similar de lisina que el opaco-2.38

#### **4.13.1 EL GENE OPACO-2**

El gene Opaco-2 es un mutante recesivo endospérico del maíz, que ocupa el locus 0 del cromosoma número 7. Como su nombre lo indica, la característica que imparte a los granos del maíz ya maduros, es una apariencia opaca, sin lustre y terrosa. Este mutante, como muchos otros del maíz, ya era conocido y se ha usado como

marcador genético, uso muy común de los mutantes en todas las especies. Un interés inusitado por este mutante y por el Harinoso-2, surgió cuando los científicos de la universidad de Purdue descubrieron que estos genes mejoran la calidad de la proteína del maíz, al aumentar en el endospermo el porcentaje de los aminoácidos triptofano y lisina. Este descubrimiento ha traído como consecuencia que los programas de mejoramiento ya no sean solo desde el punto de vista cualitativo en rendimiento, sino que se enfoquen también desde el punto de vista cualitativo alimenticio, buscando maíces de alto contenido proteínico y de buena calidad proteínica. Esto es muy importante para los países latinoamericanos y en particular para México en donde casi un 100% de la población consume maíz. 24

#### Antecedentes:

No se tenía ninguna posibilidad de mejorar la calidad nutricional del maíz hasta los años de 1963 y 1964, cuando un grupo de científicos de la Universidad de Purdue, Indiana, descubrió los efectos de los genes mutantes Opaco-2 y Harinoso-2 en la proteína del endospermo del maíz. Estos genes mutantes Opaco-2 y Harinoso-2 se habían identificado hace muchos años como curiosidades y marcadores genéticos, pero se desconocía su efecto en el balance de los aminoácidos. 67 El gene Op-2 fue localizado en el cromosoma 7, en tanto que el gene Ha-2 fue localizado en el cromosoma 4, hace aproximadamente 40 años.

Ambos maíces mutantes son fenotípicamente semejantes por su apariencia suave y opaca del grano, lo que también se puede apreciar debido a la presencia de otros genes mutantes, pero sólo Opaco-2 y Harinoso-2 producen cambios en la composición química de las proteínas. 105

El gene Opaco-2 mejora la calidad de la proteína de maíz, al inhibir la síntesis de la zéina y aumentar notablemente el porcentaje de lisina y de triptofano en el endospermo, al igual que el gene Harinoso-2 que también inhibe la síntesis de la zéina y favorece una mayor proporción de lisina y triptofano y metionina, aunque es menos

consistente y de menor cuantía que el Opaco-2, ya que presenta niveles inferiores de lisina. <sup>39</sup>

Los maíces con los genes Opaco-2 y Harinoso-2 se conocen comúnmente como maíces de alta lisina. <sup>105</sup>

El maíz Opaco-2 tiene ciertos problemas que están relacionados con el aspecto agronómico y que es de vital importancia resolverlos a fin de que este maíz sea aceptado por los agricultores:

1. Bajos rendimientos.

Las esperanzas de utilizar el maíz opaco intensivamente en la industria de alimentos se han visto seriamente limitadas desde un punto de vista económico, tanto para el agricultor como para la industria.

Pruebas de rendimiento a niveles de producción de grano por unidad de área de tierra, sugieren una disminución del 5 al 20% en el rendimiento. <sup>45, 96</sup>

Un ejemplo de su baja densidad que es de 64.2 kg. / hectolitro, contra 70.4 kg. / hectolitro del maíz normal. Esta diferencia en densidad se traduce en una reducción en el rendimiento agrícola que ha desalentado al agricultor. <sup>23</sup>

El carácter harinoso del grano está determinado por la relación que existe entre el endospermo vítreo y el endospermo harinoso, que es de 1:3, mientras que está misma relación en el maíz común es de 1:1 aproximadamente. <sup>23</sup> La reducida acumulación de materia seca en el grano en los híbridos de opaco-2 fue acompañada por una mayor retención de humedad. <sup>10</sup>

Algunos investigadores han desarrollado nuevas líneas de maíz con alto contenido de lisina, los cuales tienen la misma apariencia que el maíz vítreo común, solamente existe un 5% de diferencia entre los rendimientos de las líneas de alto contenido de lisina y los de las variedades comunes competidoras. <sup>98</sup>

## 2. Mala aceptabilidad por los consumidores.

La aceptación del maíz opaco-2 y harinoso-2 es uno de los principales problemas, especialmente en los países en donde los agricultores están acostumbrados a sembrar variedades o híbridos blancos o amarillos cristalinos.<sup>18</sup>

La naturaleza física del Opaco-2, en términos de apariencia, densidad, textura y brillantez, no ha sido la deseada en la mayoría de las áreas de producción del maíz. La apariencia exterior es tal como su nombre lo indica, el grano comparado con el normal parece ser desagradable.<sup>45</sup> Además del aspecto de este tipo de maíz, otro factor para su poca aceptación es el costo ya que el precio del maíz opaco es superior al maíz normal.<sup>74</sup>

El carácter harinoso y blando del grano del maíz O<sub>2</sub>, implican modificaciones de importancia en el proceso y rendimiento de la molienda seca.<sup>28</sup>

## 3. Secado lento de los granos.

Desde el punto de vista específico de producción de semilla, tal vez los problemas más fuertes se encuentran en el almacenamiento y conservación de los materiales, ya que el secado lento de los granos los hace susceptibles a las plagas y enfermedades de almacén (poca resistencia del grano al ataque del gorgojo y a hongos).<sup>98,18</sup>

En la madurez fisiológica, los híbridos de opaco-2 promediaron 3.5% mayor contenido de humedad que el normal.<sup>10</sup>

El secado lento de la mazorca también puede causar : Pudrición de la mazorca, pudrición del tallo, ser atacado por insectos como el gusano de la mazorca, royas y tizones del follaje, barrenadores en el tallo entre otros, así como las enfermedades de almacén antes descritas.<sup>83</sup>

Como mencionamos anteriormente, en las nuevas líneas de maíz con alto contenido de lisina, las pérdidas en el campo y almacén debidas a insectos y podredumbre de las mazorcas son iguales a las de los maíces comunes.<sup>104</sup>

#### 4. Contaminación con maíz normal.

Otra de las cosas por lo que el maíz opaco no ha tenido la suficiente aceptación es porque siempre debe aislarse de maíces normales, ya que la polinización por estos vuelve normales a los maíces opacos, aunque en la actualidad se está tratando de resolver estos problemas con el uso de genes modificadores que son cuantitativos y cambian el endospermo harinoso a normal manteniendo aproximadamente la misma riqueza en cuanto a los aminoácidos triptofano y lisina presentes en los granos de maíz opaco.<sup>53</sup>

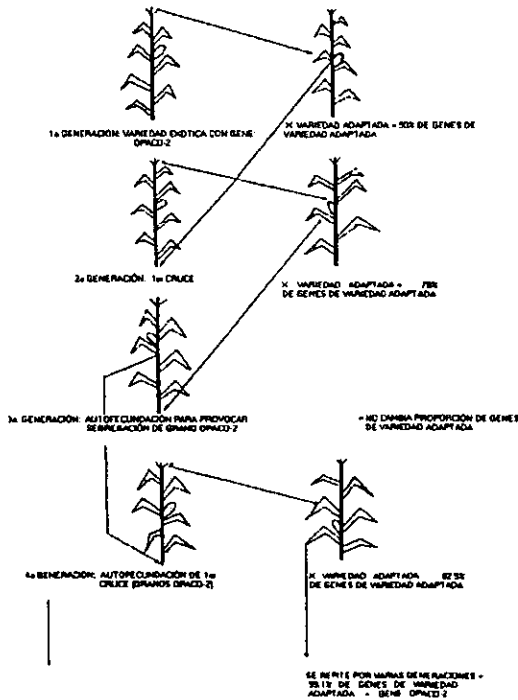
Estos son los puntos por lo que el maíz opaco no es aceptado, sin embargo el valor nutritivo más elevado del maíz opaco-2 a motivado que se traten de encontrar estrategias para vencer los problemas a los que se enfrentan.<sup>52</sup>

Así como el maíz opaco-2 tiene ciertos problemas, tiene otras características que se deben de aprovechar para su aceptación como son:

- En algunas variedades se registraron aumento en el número de granos por mazorca, así como en su longitud y diámetro.
- Se ha demostrado que las variedades de opaco-2 tiene un mejor balance de aminoácidos y que tienen de un 60 a un 130% más de lisina y triptófano que el maíz normal.<sup>53</sup>
- Los granos de opaco-2 contiene más potasio que los granos normales.
- Se ha demostrado que por lo general el maíz opaco-2 tiene mayor contenido de aceite que el maíz normal. <sup>10</sup>

**4.13.2 CALIDAD DE PROTEINA**

Un buen balance de aminoácidos no es el único requerimiento para el valor nutricional. La proteína del maíz debe ser digerida y sus aminoácidos deben estar biológicamente disponibles.<sup>92</sup> La calidad de la proteína se ha mejorado en forma realmente notable por medio de la incorporación de los genes Opaco-2 o Harinoso-2 a maíces adaptados. Esto se logra realizando cruzamientos dirigidos de plantas adaptadas con otras que sean portadoras del gene o genes que interesan introducir. Repitiendo los cruzamientos en las progenies de los cruces con plantas adaptadas desde 4 a 6 generaciones, a la vez que se seleccionan aquellas que manifiestan la característica deseada, se logra recuperar la constitución genética de la variedad adaptada con la adición de la característica incorporada.<sup>71</sup> A continuación podemos observar el esquema del método de retrocruzamiento para la incorporación del gene Opaco-2 a una variedad adaptada:



Este método llamado de retrocruzamiento, necesita para el caso de incorporar el gene O<sub>2</sub>, de generaciones alternas de autofecundación de la planta para permitir la identificación de los granos portadores del gene O<sub>2</sub>. Esto es necesario por la condición recesiva del gene, que solo manifiesta su genotipo cuando se encuentra en forma homocigótica, es decir, cuando el gene mutante, en el momento de la fecundación, haya estado tanto en la célula huevo, como en la célula padre.

Los cambios experimentados en la proteína del endospermo por los genes Opaco-2 y Harinoso-2 se puede apreciar en la tabla No. 31 donde se confirma la reducción de la fracción zeína en las muestras de maíz con los genes mutantes el aumento de las otras fracciones de mejor calidad.<sup>71</sup>

Tabla No. 31

## DISTRIBUCION DE LA PROTEINA Y SUS COMPONENTES EN EL GRANO DE MAIZ

ENDOSPERMO: 75 – 85% DE LA PROTEINA TOTAL			
	NORMAL	O <sub>2</sub>	Fl <sub>2</sub>
ALBUMINAS	3.8	12.1	9.6
GLOBULINAS	2.0	5.1	7.3
PROLAMINAS (Zeína)	55.1	22.9	29.0
GLUTELINAS	31.8	50.1	40.8

Como consecuencia de la disminución en la síntesis de zeína hay un aumento en la concentración de lisina y triptófano, también hay un incremento en estos mutantes (opaco-2 y harinoso-2) de la cantidad de aspartato, arginina y glicina y un decremento en la cantidad de leucina, alanina, tirosina y fenilalanina.<sup>60</sup>

La producción comercial del maíz opaco está relacionada con el mundo de la tradiciones comerciales y de mercadeo.<sup>72</sup>



La utilización del maíz opaco-2 en productos alimenticios comerciales ha sido limitada debido a por lo menos dos razones básicas: en primer lugar, no ha sido económicamente factible y en segundo, el grano ha sido evaluado comparando el maíz apaco-2 con los granos normales y se ha encontrado que es deficiente en el campo, en las comunidades y en el molino.

Sector agrícola: algunas de las objeciones de los agricultores con respecto al maíz opaco-2 son la baja germinación al alto contenido de humedad en la madurez, la vulnerabilidad de las mazorcas a la pudrición, granos quebradizos, endosperma suave, densidad baja, y menor peso hectolítrico, todos estos factores contribuyen a menores rendimientos y aumentos de costos hasta de un 30% superiores a los del maíz normal, lo cual impide que los agricultores siembren el maíz de alta calidad proteínica.

Molinos: Cuando en la industria procesadora, las variedades de maíz de alta calidad proteínica se somete a los procedimientos convencionales de molienda en seco, producen una separación indeseable de fracciones que los maíces normales. Cuando se procesa con técnicas de molienda en húmedo, el mayor contenido de proteína soluble de las variedades de opaco-2 genera cantidades excesivas de agua de desecho que hace mas cara la recuperación del gluten.

Finca y comunidad: Los principales opositores a la aceptación de estas variedades son las familias rurales y los agricultores de subsistencia. Para ellos el maíz opaco-2 es inaceptable para usarlo en la elaboración de tortillas, este maíz no satisface sus practicas ordinarias.<sup>76</sup>

Varios enfoques para mejorar la calidad proteínica de las dietas para consumo humano basadas en el maíz, han tratado de equilibrar el balance de aminoácidos, como son:

1. Suplementación con aminoácidos.

La calidad proteínica del maíz se mejora si se le agrega lisina y triptofano, y hay mayor mejoramiento cuando también se le añade isoleucina en presencia de lisina y triptofano.

## 2. Suplementación con proteínas.

Consiste en adicionar al maíz pequeñas cantidades de proteínas que constituyen ricas fuentes de aminoácidos de los que el maíz carece. Las fuentes de proteína puede ser: Concentrado de proteína de pescado, Harina de soya, Levadura de tórula, Caseína, Proteína de huevo, Frijol, en general con leguminosas.

## 3. Manipulación genética.

Se ha logrado una mayor calidad proteínica en el maíz mediante la incorporación de varios genes mutantes, entre los cuales el opaco-2 ha probado ser muy efectivo.<sup>16</sup>

Algunos híbridos de opaco-2 producidos, han entrado al mercado para competir con los maíces de endospermo normal, aunque la experiencia con híbridos opaco-2 adecuadamente probados es muy limitada.<sup>17</sup>

Se han hecho estudios en varios países, con niños y adultos en donde se compara al maíz normal y el maíz opaco-2, utilizándose como ingrediente de la dieta, concluyendo que el maíz opaco-2 es de mayor valor nutricional que el maíz común.<sup>15</sup>

No solo se ha usado el maíz opaco-2 para mejorar las dietas para consumo humano sino también para la alimentación de animales como son pollos y cerdos en países como EUA, Colombia, Brasil donde la mayor parte del maíz producido se utiliza para consumo animal.<sup>25,56</sup>

El maíz opaco-2 es adecuado para cerdos lactantes, en crecimiento o para cerdas en periodo de lactancia, pero debe ser suplementado con algo de proteína y/o aminoácidos, la ventaja del maíz opaco-2 es que tiene un mejor balance de aminoácidos, especialmente lisina y triptofano. Se demostró que el crecimiento de los cerdos fue 3 veces mas rápido con el maíz opaco-2 que con el maíz normal.<sup>51</sup>

Hay ciertas dudas respecto a si es acertado o no tratar de modificar la calidad proteínica de los cereales mediante procedimientos genéticos, así lo indica el investigador J.R. Aitken al escribir: "No hay justificación económica para tratar de hacer de un cereal de grano un tipo de alimento más completo. Las deficiencias en calidad y cantidad proteínica pueden ser corregidas en forma más económica mediante suplementación con suplementos proteínicos no derivados de granos o con aminoácidos sintéticos, los cuales por lo general tienden a bajar de precio a medida que pasa el tiempo".<sup>4</sup>

Este comentario es uno de los muchos que se oponen al uso de las plantas transgénicas, como medio para solucionar problemas alimenticios en el mundo. Las plantas transgénicas forman parte del grupo de los llamados organismos modificados genéticamente. Lo que distingue a estas plantas es que poseen una o más características que no fueron heredadas de sus antecesores, las cuales en cada una de sus células llevan genes añadidos artificialmente, es decir, fragmentos adicionales de ácido desoxirribonucleico (ADN) proveniente de otra especie de planta, un virus, una bacteria o un hongo. El interés en el desarrollo de estas plantas es el de mejorar la calidad y productividad de los cultivos.<sup>56</sup>

Uno de los principales objetivos de los organismos transgénicos es frenar el creciente uso de agroquímicos, como insecticidas, fungicidas, fertilizantes etc. que disminuyen la productividad y a largo plazo provocan la erosión de suelos, que posteriormente se traduce a la tala indiscriminada para obtener terrenos agrícolas.<sup>58</sup> En aplicación comercial de estas plantas se han considerado varios riesgos potenciales que pudieran reducir su potencial, o que generen problemas de salud, agronómicos o ecológicos. <sup>58</sup> En primer lugar existe la posibilidad de que los procesos de transformación y regeneración de plantas produzcan alteraciones no deseadas (en su tamaño, coloración o rendimiento), es posible también que se presenten problemas en el ambiente, al reproducirse su polen puede contribuir a que los transgenes sean diseminados en otras plantas generando problemas ecológicos, como ocurre con las orugas de la mariposa monarca ya que un tipo de maíz transgénico cultivado en EUA, (maíz Bt) produce polen que contiene una endotoxina cristalina, obtenida a partir de genes de una bacteria (*Bacillus thuringiensis*) que ataca a un tipo de gusano barrenador, este polen por acción del viento se esparce, el cual cae en otras plantas, entre ellas el algodoncillo, la comida

principal de la oruga.<sup>50</sup> Otro caso es el de que este polen pueda polinizar a maíces de variedades criollas, las cuales podrían ser contaminadas genéticamente.<sup>2</sup>

México importa anualmente entre cuatro o cinco millones de toneladas de maíz de EUA, país donde se encuentran más del 50% de campos sembrados con maíces transgénicos en el mundo (seguidos de Canadá y Argentina) por lo que hay amplias posibilidades de que ya consumamos maíces transgénicos.<sup>60</sup> En el mes de junio de 1999 fue creada en México la Comisión Consultiva de Bioseguridad, para que analicen las consecuencias de un mayor uso de productos transgénicos ya que se han denunciado la entrada de maíz transgénico a México, proveniente de EUA, sin contar con autorización de la Secretaría de Salud, el cual puede provocar la contaminación de las variedades criollas.<sup>68</sup> El secretario de agricultura indicó que en el caso del maíz se tendrá especial cuidado en la utilización de este tipo de semillas mejoradas, "porque México es el país de origen de este grano y porque debemos estar seguros de que ya están a salvo los diferentes tipos de maíces que tenemos.<sup>42</sup>

Es necesario regular la producción, distribución y venta no solo de las plantas transgénicas y sus derivados. También de otros organismos modificados genéticamente. De cualquier manera, la perspectiva de una agricultura complementada con el cultivo de plantas transgénicas es aún promisoría y una de nuestras mejores opciones para satisfacer la demanda de alimentos de una población humana en continuo crecimiento.<sup>674</sup>

## 5. CONCLUSIONES

- La problemática tecnológica del maíz en México es un asunto complejo en donde influyen decididamente aspectos ambientales, político y culturales, a pesar de ser el cultivo básico más importante del país y del mundo.
- México es considerado el país de origen del maíz, siendo su domesticación hace aproximadamente 5000 a 7000 años, aunque existen algunas teorías que ubican su origen en Sudamérica o en Asia.
- Desde tiempos prehispánicos el maíz es el principal grano de importancia en México ya que está presente tanto en la mitología como en las leyendas de nuestros antepasados, así como en la cantidad de formas tradicionales en que es consumido no solo el grano de maíz sino la planta en general, como puede ser tortilla, atoles, pasteles, tamales, gorditas, tlacoyos, totopos, pinole, etc.
- Industrialmente el maíz es generador de una gran cantidad de productos como puede ser almidones, dextrinas, glucosa, aceite, jarabes fructosados, fécula, combustibles alternativos para gasolina, vinos, pinturas, antibióticos, vitaminas, explosivos etc. Se estima que existen mas de 3500 aplicaciones industriales para los subproductos del maíz.
- La agrupación inicial para las 35 razas mexicanas de maíz son todavía validas aun que han pasado mas de 50 años de que fue propuesta, ya que en colectas recientes se han encontrado representantes de cada raza de maíz, pasando algunos investigadores de 35 razas a 41 razas de maíz Mexicano.

- Un gran problema que se genera sobre el maíz son las plagas que se presentan durante todo su desarrollo así como durante su almacenamiento, estas plagas pueden generar la pérdida parcial o total de las cosechas de maíz y de grano almacenado, por lo que genera pérdidas muy graves tanto económicas como del grano si no son tratadas a tiempo.
- El crecimiento demográfico, el cambio en el patrón de uso de los suelos, el deterioro ambiental (la reducción en la precipitación, en la fertilidad por reducción en el periodo de recuperación el suelo y en el escaso o nulo uso de fertilizantes y/o abonos) están ocasionando una baja en la producción de maíz y por tanto un aumento en las importaciones de este cereal.
- EUA es el principal productor de maíz en el mundo, en tanto que México ocupa el quinto lugar de producción mundial de maíz, siendo el estado con mayor producción Jalisco, seguido de Sinaloa y el Estado de México.
- Por acuerdo del TLC México importa una gran cantidad de maíz principalmente de EUA y en menor medida de Canadá, este maíz de importación se destina en un 78% al sector pecuario y almidonero y el 14% el sector harinero.
- El tipo de maíz que es importado por México proveniente de EUA es maíz amarillo, el cual por su calidad no es para consumo humano a diferencia del maíz blanco mexicano.
- No solo es importado maíz amarillo de EUA, también es importado en menor medida un tipo de maíz llamado maíz con valor agregado, el cual es llamado así porque posee características de calidad el cual aumenta su valor. Este tipo de maíz está dirigido principalmente a la industria como puede ser maíz con gran cantidad de aceite etc.

- La nixtamalización es un proceso prehispánico de hidrólisis del grano de maíz, precedido de un tratamiento térmico alcalino que produce importantes cambios físicos y químicos en el grano y da como resultado una masa apta para la elaboración de tortillas y otros productos tradicionales.
- El volumen de maíz blanco exportado por México es muy bajo, siendo EUA el principal comprador así como algunos países de centro y Sudamérica.
- La formación de híbridos y poblaciones mejoradas de maíz de alta capacidad de rendimiento para las diferentes áreas maiceras, constituyen proyectos tecnológicos que deben seguir investigándose, así como las mejores rutas para su comercialización
- La dispersión de la investigación tecnológica entre los diferentes centros regionales se explica en parte, por lo diferente del entorno agroecológico y socioeconómico particular de cada región en que estos se encuentra.
- Se han obtenido mas de 160 variedades mejoradas de maíz, pero de estas semillas solo son usadas un 14% del total, esto ocurre por varios factores como son el uso tradicional de semillas nativas, la poca seguridad de la calidad de las semillas y la falta de ofrecimiento de estas a los campesinos.
- En el intento de mejorar la calidad nutritiva del maíz, se han incorporado a la planta algunos genes como el Opaco-2. Este gene ha mejorado la calidad nutritiva del maíz ya que estos tipos de maíces presentan mayor cantidad de lisina y triptofano que el maíz normal. El problema de este tipo de maíz es que no es bien aceptado por el campesino por el aspecto harinoso y el largo tiempo de secado del grano

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. \_\_\_\_\_ (1993); *Maíces criollos, Evaluación de las variedades, Mejoramiento genético y tecnología de la producción de maíz*, en: Memoria de la 1ª reunión universitaria sobre la problemática de la producción de maíces en México, Universidad Autónoma de Chapingo, Dirección de Centros Regionales, México, 13 – 20.
2. \_\_\_\_\_ (1999), Greenpeace denuncia entrada de maíz transgénico, en: Periódico Novedades, Sección General, 26 mayo , p 12.
3. Aguilera A. A., (1973); *Combinaciones de maíz y frijol en pollos, sus aplicaciones en la nutrición comparada del hombre y los animales*, en: Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo (memoria), Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, México, 49 – 59.
4. Alexander D.E., (1991); *Mejoramiento de la calidad proteínica del maíz: asuntos y problemas actuales*, en: El maíz de alta calidad proteínica. Compendio de las ponencias presentadas en el Simposio Internacional CIMMYT/Purdue, Ed. Limusa, México, 89 – 91.
5. Allard R. W., (1975); *Principios de la mejora genética de las plantas*, Ediciones Omega, Barcelona España.
6. Angeles U. H., (1973); *Obtención de variedades mejoradas de maíz de alta calidad de proteína en México*, en: Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo (memoria), Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, México, 85 – 111.
7. Badui D. S., (1981); *Química de los alimentos*, Ed. Alhambra Mexicana, México, 80 – 84.



8. Barros C. y Buenrostro M., (1997) *El maíz nuestro sustento*, en: Arqueología Mexicana, Ed. Raíces, México, Vol. 5, Num. 25, 7 – 15.
9. Bartolini R., (1990); *El Maíz*, Ediciones Mundi prensa, España, 9, 11, 12, 25, 71, 151.
10. Bauman L. F., (1991); *Variabilidad del germen y el endospermo, elementos minerales, contenido de aceite y genes modificadores en el maíz Opaco-2*, en: El maíz de alta calidad proteínica. Compendio de las ponencias presentadas en el Simposio Internacional CIMMYT/Purdue, Ed. Limusa, México, 233 – 243.
11. Benz B. F., (1997); *Diversidad y distribución prehispánica del maíz mexicano*, en: Arqueología Mexicana, Ed. Raíces, México Vol. 5, Num. 25, 17 – 23.
12. Boletín Informativo FIRA, (1996); *Situación actual y perspectivas de la producción nacional de maíz*, México, 5 – 28.
13. Boletín Informativo FIRA, (1998); *Oportunidades de desarrollo del maíz mexicano. Alternativas de competitividad*. México.
14. Borlaug N. E., (1987); *Avances en la productividad del maíz y trigo*, en: El desarrollo futuro del maíz y el trigo en el tercer mundo, CIMMYT, México, 6 - 30.
15. Bressani R., (1973); *Evaluación nutricional del maíz Opaco-2 en niños y adultos*, en: Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo (Memoria), Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, México, 21 – 39.
16. Bressani R., (1991); *Mejoramiento de las dietas a base de maíz enriquecido con aminoácidos y proteínas suplementarios*, en: El maíz de alta calidad proteínica. Compendio de las ponencias presentadas en el Simposio Internacional CIMMYT/Purdue, Ed. Limusa, México, 41 – 61.

17. Brown W. L., (1991); *Experiencias que tuvieron los productores de semillas con el maíz Opaco-2 a nivel mundial*, en : El maíz de alta calidad proteínica. Compendio de las ponencias presentadas en el Simposio internacional CIMMYT/Purdue, Ed. Limusa, México, 275 – 283.
18. Carañal V. L., (1991); *Mejoramiento de la calidad proteínica del maíz, asuntos y problemas actuales*, en: El maíz de alta calidad proteínica. Compendio de las ponencias presentadas en el simposio internacional CIMMYT/Purdue, Ed. Limusa, México, 145 – 147.
19. Castañeda P. R., (1990); El maíz y su cultivo, AGT Editor, México, Capítulo 1.
20. CIMMYT, (1969); Informe 1968 - 1969, México, CIMMYT, 1, 10, 17 - 19, 32 - 39.
21. CIMMYT, (1974); *Revisión de Programas CIMMYT 1974*, México, CIMMYT, 37 – 59.
22. CIMMYT/FAO, (1997); *El maíz blanco: el cereal de consumo humano tradicional en los pueblos en desarrollo*. Ed. CIMMYT/FAO, 1 – 22.
23. Civetta A. A., (1973); *Uso industrial del maíz opaco en la alimentación humana*, en: Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo (memoria), Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, México, 189 – 199.
24. Covarrubias C. R., (1973); *Posibles problemas en la producción y enfoque que se debe dar a los programas del maíz opaco*, en: Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo (memoria), Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, México, 139 – 156.
25. Cuca G. M. (1973), *Estudios nutricionales con maíz Opaco-2 y Harinoso-2 en animales monogástricos*, en: Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo (memoria), Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, México, 59 – 69.

26. Chavez A., (1973); *El maíz en la nutrición de México*, en: Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo (Memoria), Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México, 9 – 11.
27. Del Valle F. R., (1973); *Producción industrial, distribución y mercadeo de harina para tortillas en México*, en: Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo (memoria), Colegio de postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, México, 157 – 182.
28. Doebley J. (1994); *Genetics and the morphological evolution of maize*; en: The maize handbook; Eds. M. Freeling, V. Walbot, Springer – Verlag, EUA, 66 – 77.
29. Duran C. (1987); Reaprovechamiento de efluyentes de la industria del maíz, UNAM, México, 10 - 13.
30. Enciclopedia de México,(1977); *Maíz*, Enciclopedia de México, México 221 – 224
31. Espinosa C. A., (1990); *Tecnología de la producción de semillas de maíz en México*, en: 1er Simposium Nacional del Maíz. "El Maíz en la Década de 90's", Ayuntamiento de Zapopan Jalisco, México, 171 – 195.
32. Espinosa C.P., (1990); *Control biológico de las plagas de maíz*, en: 1er Simposium Nacional del maíz "El maíz en la década de los 90's", Ayuntamiento de Zapopan Jalisco, México 257 – 259.
33. Estrada A. O. Y Herrero S. Ma. L., (1986); *Harina de maíz nixtamalizado. Estudio comparativo entre el proceso tradicional y el proceso de extrusión*. Universidad del Valle de México. México. 104 – 127.
34. FAO, (1990); *Utilización de Alimentos Tropicales: Cereales*, Estudio FAO Alimentación y Nutrición, FAO, Roma, 99 – 117.

35. Fernández R. M., Romero C. N. y Muñoz O. A. I(1993); *Evaluación de los maíces criollos de humedad en el noreste de Michoacán*, en: Memoria de la 1ª reunión universitaria sobre la problemática de la producción de maíces en México, Universidad Autónoma de Chapingo, Dirección de Centros Regionales, México, 30 – 36.
36. *Fragmento de la leyenda de los soles*, (1995); en : Arqueología Mexicana; Ed. Raíces, México, No.15, Vol. 3, 73.
37. Gill N. T., Vear K.C., (1965); *Botánica Agrícola*, Ed, Acribia, Zaragoza España, 329 - 334.
38. Glover D.V., Mertz E.T., Miska P.S., (1991); *La genética de los mutantes del endosperma del maíz en relación con calidad y cantidad de proteína*, en: El maíz de alta calidad proteínica. Compendio de las ponencias presentadas en el Simposio Internacional CIMMYT/Purdue, Ed. Limusa, México, 245 – 257.
39. Goldsworthy P.R., (1991); *Algunas características de crecimiento y rendimiento del maíz tropical*, en: El maíz de alta calidad proteínica. Compendio de las ponencias presentadas en el Simposio Internacional CIMMYT/Purdue, Ed. Limusa, México, 179 – 191.
40. González A. U., (1995); *Clasificación del Maíz*; en : El maíz y su conservación. Ed. Trillas; México, 30 – 42.
41. Guerrero A., (1981); *Cultivos herbáceos extensivos*, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid España, 95 – 117.
42. Gutiérrez A., (1999); Las semillas transgénicas están controladas: Sagar, en: Periódico Novedades, Sección Finanzas, 26 febrero 1999, p B5.
43. Hernández X. E., (1973); *Consumo humano del maíz y el aprovechamiento de tipos con alto valor nutritivo*, en: Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo (memoria), Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, México, 149 – 156.

44. INEGI, (1998); *B/OSA*(Boletín de Información Oportuna del Sector Agropecuario), INEGI, México, Agosto, 4 – 5, 16 – 18.
45. Johnson E.C. y Vasal S.K., (1973); *Estudios para el mejoramiento del Índice de proteína en el maíz*, en: Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo (memoria), Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, México, 113 – 124.
46. Jugenheimer R. W., (1990); *Maíz. Variedades Mejoradas, Métodos de Cultivo y Producción de Semillas*. Ed. Noriega-Limusa, México
47. Kent J., (1987); *Composición química de los cereales*; en: Tecnología de los cereales; Ed. Acibia, España, (3), 27 – 48.
48. Lange R.H.M. , Hill G.D., (1987); *Plantas de Interés Agrícola, Introducción a la Botánica Agrícola*, Ed. Acibia S.A., Zaragoza España, 120 – 125.
49. López T. M., (1995); *Fitomejoramiento*, Ed. Trillas, México.
50. Losey J. (1999); *Maíz transgénico mata mariposas monarca*, en: Periódico Novedades, Sección Finanzas, marzo 1999, p B3.
51. Maner J. H., (1991); *La calidad proteínica del maíz y la nutrición de porcinos*, en: El maíz de alta calidad proteínica. Compendio de las ponencias presentadas en el simposio internacional CIMMYT/Purdue, Ed. Limusa, México, 63 – 87.
52. Mariaca M. R., (1996); *El Ciclo Marceño en Tierras Bajas Pantanosas de Tabasco: Producción Tradicional de Maíz Altamente Eficiente*, en : *Agrociencia*, Colegio de Postgraduados, Volumen 30, No.2, Abril – Junio, México, 279 – 285.
53. Márquez S. F., (1995); *Métodos de Mejoramiento Genético del Maíz*, Universidad Autónoma de Chapingo, México

54. Mc Clung de Tapia E., (1997); *La domesticación del maíz.*, en: Arqueología Mexicana, Ed. Raíces, México, Vol. 5, Num. 25, 35 – 39.
55. Mendoza R. M., (1993); *Importancia actual y perspectivas del cultivo del maíz y su mejoramiento genético en Norteamérica y México*, en: Memoria de la 1ª reunión universitaria sobre la problemática de la producción de maíces en México, Universidad Autónoma de Chapingo, Dirección de Centros regionales, México, 53 – 69.
56. Mertz E.T. y Colaboradores, (1991); *Uso de los animales pequeños para la evaluación de la calidad proteínica de los cereales*, en: El maíz de alta calidad proteínica. Compendio de las ponencias presentadas en el Simposio Internacional CIMMYT/Purdue, Ed. Limusa. México, 331 – 356.
57. Milton P. J., (1987); *Mejoramiento genético del maíz*, en: Mejoramiento genético de las cosechas , Ed. Limusa, México, (13) 263 – 300.
58. Misra P.S., Mertz E.T., Glover D.V., (1991); *Características de las proteínas que se encuentran en los mutantes endospermicos sencillo y doble del maíz*, en : El maíz de alta calidad proteínica. Compendio de las ponencias presentadas en el Simposio Internacional CIMMYT/Purdue, Ed. Limusa, México, 315 – 329.
59. Museo Nacional de Culturas Populares, (1982); *El Maíz, fundamento de la cultura popular mexicana*, G.V. Editores, México.
60. Nelson O.E., (1991); *Mejoramiento de la calidad proteínica del maíz: asunto y problemas actuales*, en: El maíz de alta calidad proteínica. Compendio de las ponencias presentadas en el Simposio Internacional CIMMYT/Purdue, Ed. Limusa, México, 209 – 212.
61. Norma de Calidad Mexicana, (1995); *Productos alimenticios no industrializados, cereal "Maíz" (Zea maíz L.)* México.
62. Novelo V., (1997) *Las tortillas calientes patrimonio cultural*, en : Arqueología Mexicana, Ed. Raíces, México, Num. 25, Vol. 5, 64 – 71.

63. Ortega A. y Colaboradores, (1991); *Interacciones enfermedad - insecto del maíz de alta calidad proteínica*, en: El maíz de alta calidad proteínica. Compendio de las ponencias presentadas en el Simposio Internacional CIMMYT/Purdue, Ed. Limusa, 190 – 207.
64. Ortega C. A., (1990); *Mejoramiento genético en los programas de manejo integral de problemas fitosanitarios: el maíz como ejemplo en México*, en: 1er Simposium Nacional de Maíz. "El Maíz en la década de 90's", Ayuntamiento de Zapopan Jalisco, México, 219 – 246.
65. Ortega P. R., (1993); *Maíces criollos de Oaxaca*, en: Memoria de la 1ª reunión universitaria sobre la problemática de la producción de maíz en México, Universidad Autónoma de Chapingo, Dirección de Centros Regionales, México, 13 – 19.
66. Packsa R. O., Sanchez J.J., et al, (1991); *Estado actual de los estudios sobre los maíces nativos de México*. en: Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México, Sociedad Mexicana de Fitogenética, México.
67. Padilla A. J., (1999); *Las plantas transgénicas ¿panacea o amenaza?*, en: ¿Cómo ves? Revista de divulgación de la ciencia de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, Año 1, Num. 7, 8 – 11.
68. Paredes H. E., (1993); *Experimentación de maíz en la zona norte del Istmo de Tehuantepec*, en: Memoria de la 1ª reunión universitaria sobre la problemática de la producción de maíces en México, Universidad Autónoma de Chapingo, Dirección de Centros Regionales, México, 47 - 52.
69. Patiño N. (1999); Zedillo pide analizar uso de transgenicos, en Periódico Novedades, Sección General, 21 junio 1999, p 8.
70. Pinstруп-Andersen P., (1991); *Relaciones costo – beneficio correspondientes a la producción y el consumo del maíz de alta calidad proteínica*, en: El maíz de alta calidad proteínica. Compendio de las ponencias presentadas en el Simposio Internacional CIMMYT/Purdue, Ed. Limusa, México, 365 – 379.

71. Poey F. R., (1973); *Mejoramiento genético de la calidad nutritiva del maíz*, en: Simposio sobre desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo (memoria), Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, México, 69 – 83.
72. Poey F. R., (1991); *Producción comercial del maíz de alta calidad proteínica, asuntos y problemas actuales*, en: El maíz de alta calidad proteínica. Compendio de las ponencias presentadas en el Simposio Internacional CIMMYT/Purdue, Ud. Limusa, México, 271 – 273
73. *Popol Vuh* (1983); *Antiguas leyendas del Quiche*, Ed. Oasis, México
74. Pradilla A.G. y colaboradores, (1991); *El maíz de alta calidad proteínica y la nutrición humana*, en: El maíz de alta calidad proteínica. Compendio de las ponencias presentadas en el Simposio Internacional CIMMYT/Purdue, Ed. Limusa, México, 29 – 39.
75. PUAL (1990); *Estructura, composición y características físicas de los granos y semillas*, en: Curso: almacenamiento y conservación de granos y semillas, PUAL.
76. Robinson D., (1991); *Utilización del maíz Opaco-2 en productos alimenticios*, en: El maíz de alta calidad proteínica. Compendio de las ponencias presentadas en el Simposio Internacional CIMMYT/Purdue, Ed. Limusa, México, 297 – 303.
77. Robles S. R., (1994); *Cultivo del maíz (Zea Mays, L.)* en: Producción de granos y forrajes, Ed. UTEHA/Noriega Editores, México, (1) 9 – 152.
78. Rojas R. T., (1997); *De las muchas maneras de cultivar el maíz*, en: Arqueología Mexicana, Ed. Raíces, México, Vol. 5, Num. 25, 25 – 33.
79. SAGAR / CEA, (1998); *Consumos aparentes de productos agrícolas 1925 – 1997*. SAGAR, México, 103 – 104.



80. SAGAR / CEA, (1998); *Tarjetas de datos básicos. Septiembre de 1998*. SAGAR, México.
81. SAGAR / CEA, *Maíz, Boletín semanal de información agropecuaria*. SAGAR, México, No. 322, 323, 324.
82. SAGAR / INIFAP, (1997) *Híbridos y variedades de maíz liberados por el INIFAP hasta 1996*.
83. SAGAR, (1997); *Boletín mensual de información básica del sector agropecuario y forestal*, SAGAR, México.
84. SAGAR, (1997); *Situación actual y perspectivas de la producción de maíz en México 1990 – 1997*, SAGAR, México, 11 – 37.
85. SAGAR, (1997); *Variedades recomendadas de los principales cultivos con indicaciones para las épocas de siembra y cosecha, ciclo Otoño – Invierno 1997 – 1998*, SAGAR, México.
86. SAGAR, (1998); *Variedades recomendadas de los principales cultivos con indicaciones para las épocas de siembra y cosecha, ciclo Primavera – Verano 1998*, SAGAR, México.
87. SAGAR, (1998); *Variedades recomendadas de los principales cultivos con indicaciones para las épocas de siembra y cosecha, Ciclo Otoño – invierno 1998 – 1999*, SAGAR, México.
88. SAGAR, (1999); *Variedades recomendadas de los principales cultivos con indicaciones para las épocas de siembra y cosecha, ciclo Primavera – Verano 1999*, SAGAR, México.
89. Salazar T.A., (1999); *Biotecnología, el arte de manipular la naturaleza*, en *Tecnología de Alimentos (ATAM)*, México. Vol. 34, 18 – 24.

90. Sánchez del Angel L. S., (1998); *Evaluación del efecto de almacenamiento sobre las macromoléculas del maíz por medio de calorimetría diferencial de barrido*. TESIS, UNAM, Facultad de Química, México, 6 – 18.
91. SARH-INIFAP, (1994); *Los Acuerdos del TLC Respecto al Maíz*, en: Plan de Investigación del Sistema Maíz –Tortilla en la Región Centro, SARH-INIFAP, México, 10 – 11, 16 – 17.
92. Scheuch F. y Francis C. A, (1991); *Sistemas de selección para aumentar la calidad proteínica del maíz harinoso con el gene Opaco-2*, en: El maíz de alta calidad proteínica. Compendio de las ponencias presentadas en el Simposio Internacional CIMMYT/Purdue. Ed. Limusa, México, 109 – 126.
93. Singh J. y Asnani V.L., (1991); *Estado actual de la investigación y perspectivas de mejorar la calidad proteínica del maíz por medio de Opaco-2*, en: El maíz de alta calidad proteínica. Compendio de las ponencias presentadas en el Simposio Internacional CIMMYT/Purdue, Ed Limusa, México 93 – 107.
94. Solis F., (1998); *Historia y cultura del maíz. La cultura del maíz*, Ed. Clio, México, 11 – 35.
95. Torres T. F. (1996), Antecedentes del debate actual sobre el maíz en México, en La industria de la masa y la tortilla: desarrollo y tecnología
96. Vasal S.K., (1991) *El uso de modificadores genéticos para obtener granos de tipo normal con el gene Opaco-2*, en: El maíz de alta calidad proteínica. Compendio de las ponencias presentadas en el Simposio Internacional CIMMYT/Purdue, Ed. Limusa, México, 213 – 231.
97. Vazquez C.G. (1996), El mejoramiento de la calidad de la tortilla de maíz, en: La industria de la masa y la tortilla: desarrollo y tecnología.
98. Vázquez G.M., (1990); *Insecticidas en el maíz: beneficios y riesgos*, en : 1er Simposium Nacional del maíz "El maíz en la década de 90's", Ayuntamiento de Zapopan Jalisco, México. 247 – 255.

99. Villanueva V. C., (1993); *Mejoramiento genético del maíz en el centro regional universitario de occidente (CRUOC) de la UACH*, en: Memoria de la 1ª reunión universitaria sobre la problemática de la producción de maíces en México, Universidad Autónoma de Chapingo, Dirección de Centros Regionales, México, 37 – 46.
100. Villegas E., (1991), *El sistema integral para la selección química del maíz de alta calidad proteínica*, en: El maíz de alta calidad proteínica, Compendio de las ponencias presentadas en el simposio internacional CIMMYT/Puedue, Ed Limusa, México, 257 – 269.
101. Villegas E., (1973); *Maíces de alta calidad nutricional*, en: Simposio sobre desarrolló y utilización de maíces de alto valor nutritivo (Memoria), Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, México, 13 – 19.
102. Wall J. y Paulis J. W., (1991); *Evaluación química y biológica de la calidad proteínica del maíz: asuntos y problemas actuales*, en: El maíz de alta calidad proteínica. Compendio de las ponencias presentadas en el Simposio Internacional CIMMYT/Purdue, Ed. Limusa, México, 305 – 313.
103. Wellhausen E.J. y colaboradores (1951); *Razas de maíz en México. Su origen, características y distribución*, Oficina de estudios especiales, Secretaría de Agricultura y Ganadería, México. Folleto técnico No. 5.
104. Winkelman D., (1973); *Algunas aplicaciones económicas del maíz con alto valor nutritivo*, en: Simposio sobre desarrolló y utilización de maíces de alto valor nutritivo (memoria), Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, México, 183 – 188.
105. Zubert M.S. y Helm J.L., (1991); *Método para el mejoramiento de la calidad de proteína del maíz sin emplear mutantes específicos*, en: El maíz de alta calidad proteínica. Compendio de las ponencias presentadas en el Simposio Internacional CIMMYT/Purdue, Ed. Limusa, México, 259 – 269.

## ANEXO I

### VARIEDADES DE MAÍZ EN MEXICO

Las siguientes tablas de variedades de maíz, son las recomendadas por la SAGAR e INIFAP durante los últimos ciclos agrícolas en México por estados. Se muestran los ciclos Primavera - Verano (PV) y Otoño - Invierno (OI) del año 1997 al año 1999.

ESTADO DE :  
AGUASCALIENTES

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD		CICLO VEGETATIVO (Días)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Pabellón y el Llano	H-311*, Celaya II, VS-201	H-303, H-220,	140 - 150	22 - 25	Riego	15 Abr. a 15 May. 15 Sep. a 15 Oct.
..	..	VS-201, Cafime	V-211,	115 - 125	12 - 15	temporal	Inicio del Temp. 10 Nov. a 15 Dic.
..	..	H-204, V-209,	VS-201, V-210.	100 - 105	..	..	..
**	Pabellón	H-133, H-303, H311, Celaya II		110 - 120	28 - 30	Riego	15 Abr. a 30 May. Inicio Espigamiento Edo. Lechoso Masoso.
..	El Llano y regiones similares	Cafime, VS-201.	VS-202,	85 - 100	16 - 20	Temporal	1° Jun. A 30 Jul. Inicio espigamiento Edo. Lechoso masoso

ESTADO DE: :  
BAJA CALIFORNIA

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD		CICLO VEGETATIVO (Días)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Costa de Ensenada:	H-430, H-422.		150	20	Riego	1 Mar a 30 Abr. 1 Ags a 30 Sep.
..	V. Altos y Costeros	H-231		..	..	..	1 May. A 30 May. 1 Oct. A 31 Oct.
..	Valle de Mexicali	H-430, H-431.		130 - 150	24	Riego	1 Feb. A 28 Feb 1 Ago. a 30 Sep

ESTADO DE :  
BAJA CALIFORNIA SUR

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD	CICLO VEGETATIVO (Dias)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Valle de Sto. Domingo, Juan B. Londo Kms 111 y 157	H-412, VS-450, H-503, H-419.	145 - 150	20	Riego Auxilio	5 Feb. A 20 Mar. 20 Jul. a 15 Ago
..	..	V-401, V-424, V-453, V-524, H-430, V-526, H-431, P-3288	145 - 150	..	Riego	15 Feb. a 30 Mar 15 Un a 30 Jul.
OI	Los Cabos	Costeño Culiacán	120	14 - 20	Riego	1 Sep. a 31 Oct. 1 Ene a 30 Mar.
..	V. de Sto. Domingo, Mulege, Loreto, El Carrizal	H-507, V-526, Nk-T-47	145 - 150	14 - 20	Riego	15 Ags a 15 Sep. 10 Feb. a 10 Mar.

ESTADO DE :  
CAMPECHE

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD	CICLO VEGETATIVO (Dias)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Norte y Centro	CP-560, CP-56, H-507, H-509, H-430, V-455, V-524(Tuxpeñito), VS-525, V-526, V-528, V-530, V-532, HV-426, B-810, CP-562, V-424, V-527, H-512, 3088, C-343, H-513, H-515, V-455, VS-536	90 - 120	18 - 20	Temporal	15 Jun. a 30 Jul., 15 Sep. a 30 Nov.
OI	Norte, Centro y Sur.	Porte Bajo: H-509, H-512, H-530, H-430	145 - 150	20	Riego	1 Dic. a 30 Dic. 1 Abr. a 30 Jun.
..	..	Porte Bajo: V-536, V-455, V-524, V-526, VS-525.	120 - 140	20	Riego	1 Nov. a 30 Nov. 1 Abr. a 30 Abr.
..	Valle de Edzna	NK- T- 47	145 - 150	15 - 20	Riego	1 Dic. a 31 Dic. 1 May a 31 May.

ESTADO DE:  
COAHUILA

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD		CICLO VEGETATIVO (Días)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Arteaga	AN-310		120	18 - 20	Riego	15Mar a 15May. 30Jul a 30Sep.
..	Norte y Centro	H-419, H-433, VS-409, H-431, H-436,	H-422, HV-1, H-430, H-435, H-412	120 - 150	16	Riego	20Feb a 20Mar.- 15Jun a 15Jul  15Ago a 31Oct.- 1Nov a 30 Nov.
..	Sureste	Vs-201,	Cafime	120	18 - 20	Riego	15Mar a 15Abr. 1Sep a 31 Oct.

ESTADO DE:  
COLIMA

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD		CICLO VEGETATIVO (Días)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Centro	H-507, V-526	H-509,	115 - 130	20 - 25	Riego	1 Jun. a 31 Jul. 15Nov a 31 Dic.
..	..	V-455		105	20 - 25	Riego y Temporal	Inic. Temp a 20 Jul.
..	..	V-521, V-425,	V-424, V-524	105	20 - 25	Temporal	Inic. Temp 20Jul 10Nov a 31Dic.
..	Costa (Manzanillo, Tecoman y Armeria)	Decalb H-507, VS-525, V-425, V-526,	B-555, H-509, V-424, V-524, 3288	105 - 130	20 - 25	Temporal	Inic. Temp. a 15 Jul. 15 Nov. a 31 Dic.
..	Norte (Cuauhtémoc, Cómala y Minatitlán)	H-503, H-509, V-455, Hv-526	H-507, VS-525, V-426,	110 - 140	20 - 25	Temporal	Inc. Temp. a 20 Jul. 15 Nov. a 15 Dic.
..	Norte, Centro y Costa	H-507, VS-525	V-526,	80 - 100	30	Temporal	Inic. Temp a 31 Jul. 15 Oct. a 30 Oct.
IO	Todo el Estado	H-503, H-509, V-526	H-507, H-510,	121 - 125	20 - 25	Riego	15 Dic. a 20 Ene. 1 Abr. a 31 May
	Colima, Manzanillo, Tecomán, Armeria, Coquimatlán y Costa	H-511, Nk-T-47, V-424, H-507, V-526	VS-525, VS-524, V-425,	125 - 132 111 - 132 105 - 110	20	Riego	15 Dic. a 20 Ene. 1 Abr. a 31 May.

ESTADO DE :  
CHIAPAS

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD		CICLO VEGETATIVO (Días)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kr/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Cintalapa, Acala, C. Obregon	V-424		110 - 120	20 - 22	Temporal	1Jun a 15 Jul. 20 Oct. a 31 Dic.
" "	Costa	Cp-560, Cp-562, V-455, V-531, P-3086	Cp-56, V-425, V-526, V-534,	Intermedio	20	Temporal	Inicio Temp. 15 Un 15 Oct. a 15 Nov.
" "	Depresión Central, Freylesca	H-507, Pioneer-3204, Pioneer-5065A, TB-1059, V-526, V-531, Tacsá H-92, Tacsá H-201, Tacsá H-101, V-534, H-514	H-510,	125 - 145	20 - 22	Temporal	15May a 30 Jun. 15 Nov. a 31 Dic.
" "	Ocozocuautila, V. Carranza y Jiquipilas.	V-424, V-455, V-524, V-534,	VS-525, V-531,	110 - 120 125 - 135	20 - 22	Temporal	1 Un a 15 Jun. 15 Nov. a 31 Dic.
" "	Palenque y Pichucalco	V-526,	V-531	130 - 135	20	Temporal	15 May a 15 Jun. 15 Sep. a 15 Nov.
" "	Soconusco	CP-560, CP-562, V-425,	Cp-561, H-101, V-455.	Precoz	23	Temporal	Inic. Temp. 15 Un 15 Oct. a 15 Nov.
" "		V-526, V-531, V-534, 3086		Intermedio	23	Temporal	Inic. Temp. 15 Un 15 Oct. a 15 Nov.
" "	Tonalá Arriega	V-424		Precoz	20	Temporal	1May a 30 Jun. 15 Sep. a 31 Oct.
" "	Valles centrales	H-201, P-3086	H-101,	Precoz			15 May a 30 Jun. 15 Sep. a 31 Oct.
OI	Costa de Chiapas	V-424		115	20	Riego y H.Residual	10 Nov. a 30 Dic. 15 Mar a 30 Mar.
" "	Depresión Central	V-424, V-534, V-526, V-524, VS-525, H-507, H-509, H-510, H-511	V-454,	115 145 - 150	20	Riego	1 Dic. a 10 Ene. 1 Abr. a 10May
" "	Palenque y Pichucalco	Vs-525, V-526, VS-525, H-507, H-510,	V-534, H-509,	110 - 120 145 - 150	20	Humedad	1 Dic. a 31 Ene. 1 Abr. a 31 May
" "	Soconusco	H-507, V-424, V-526,	H-510, V-455, V-531	120 - 160	20	Riego y H. Residual	20 Nov. a 30 Dic. 20 Abr. a 30 May
" "	Trópico Cálido y Húmedo	V-531, V-533, V-534		145 - 150	20	Humedad	1 Dic a 31 Dic. 15 Mar a 30 Mar

ESTADO DE :  
CHIHUAHUA

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD		CICLO VEGETATIVO (Días)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Alta Babicora	V-33		117	17	Temporal	15 Abr. a 15 May 1 Nov. a 30 Nov.
..	Baja Babicora	H-303, H-311		165	22	Riego	15 Abr. a 20 May 1 Nov. a 30 Nov.
..	..	VS-201, V-33	Cafime,	145	17	Temporal	15 Abr. a 20 Nov. 1 Nov. a 30 Nov.
..	Ciudad Delicias, Chihuahua, Camargo, Jiménez y Aldama.	H-419, Dekalb A-772-C, V-415	V-416, B-810,	120 - 135  110 - 120	22	Riego	1 Abr. a 31 May 1 Oct. a 1 15 Dic.
..	Maiz Forrajero: Cd. Delicias y Regiones similares	H-507,	H-503	90 - 130	25 - 30	Riego	1 Abr. a 15 Jul.  Floración a edo. Lechoso-Masoso

## DISTRITO FEDERAL.

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD		CICLO VEGETATIVO (Días)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Zona Alta y Baja, Tlalpan, Milpa Alta, Xochimilco, Tláhuac	H-30, VS-22, H-149*, H-33	H-137, V-21, H-32,	170 - 180	20 - 25	Punta de Riego y Temporal	15 Abr. a 15 May 15 Oct. a 15 Nov.
..	Maiz Forrajero: Zona alta y baja, Xochimilco	H-127, H-30,	V-107, V-18	150 - 160	30 - 35	Punta de nego y temporal	15 Mar a 15 Abr. 25 Ago a 25 Sep.





ESTADO DE :  
GUANAJUATO

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD		CICLO VEGETATIVO (Días)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	El Bajío y Regiones similares	Cafime,	VS-201	110	20 - 25	Temporal	Inic. Temp. a 31 Jul. 1 Oct. a 31 Nov.
**	Regiones con alturas intermedias del Bajío	HV-313, H-230	H-220	140	20 - 25	Temporal	Inic. Temp. a 30 Jun. 1 Oct. a 30 Nov.
**	Norte de Guanajuato	VS-201 H-311* Cafime VS-373 H-220 H-135*		165 150 110 160 135 170	25 - 30	Temporal y Riego	Inic. Temp. a 15 Jun. o 20 Mar a 30 Abr.  1 Oct. a 30 Oct. O 1 Sep. a 15 Nov.
**	Regiones con Alturas Intermedias del Bajío	H-220, H-311*, H-352, H-359.	AN-447, H-303, H-358,  Miranda-355	150	25	R. Auxilio	1 May a 10 Jun. 1 Nov. a 30 Nov.
		H-366, NK-B-15, Odon-447, AS-910, AS-948, P-3288,	VS-373, AN-447, AS-951, P-3292 P-3296	160 - 170	26 - 33	Riego	15 Mar a 30 Abr. 1 Nov. a 30 Nov.
		Hv-313,	H-220	140	20 - 25	Temporal	Inic. Temp a 30 Jun. 1 Oct. a 30 Dic.
**	Valles altos del Bajío	VS-22,  H-28, H-127,	H-129, H-30	150 - 160  170 - 180	20	Riego Auxilio	20 Mar a 1 May 1 Oct. a 30 Nov.
**	Roque y Regiones similares	H-366		170	35 - 40	Riego	15 Mar a 30 May Grano lechoso-masoso

ESTADO DE:  
GUERRERO

CULTIVO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD	CICLO VEGETATIVO (Dias)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA	
Café	Región Cálida de 0 a 1200 msnm	H-507	130 - 140	18 - 19	Temporal	Inic. Temp a 30 Jun 10 Nov. a 30 Nov.	
		VS-521, H-512, H-422, V-454, VS-535, V-526, 3292, V-424	H-419, VS-529, V-530, V-425, V-531, V-532,				120 - 125
							125 - 130
	Semi-Cálida: 1200 a 1800 msnm	H-369	140 - 150	20	temporal	Inic. Tem a 10 Jul. 10 Nov. a 30 Nov.	
	Semi-Cálida: 1200 a 1800 msnm	H-311	130	20	Riego	15 Nov. a 30 Dic. 15 Abr. a 15 May.	
	Región Cálida de 0 a 1200 msnm	H-507	140 - 150	20	Riego	15 Nov. a 10 Dic. 15 Abr. a 15 May	
		VS-529, V-531, V-526	VS-535, V-424				110 - 130
	Costas	H-512	140 - 150	20	Riego	15 Nov. a 10 Dic. 15 Abr. a 15 May	
		VS-35	V-531				120 - 130

ESTADO DE:  
HIDALGO

CULTIVO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD	CICLO VEGETATIVO (Dias)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
Café	Regiones con alturas de 1900 a 2100 msnm	H-135*, H-149*	170 - 180	20	Riego	15 Mar a 15 Abr. 1 Sep. a 31 Oct.
	Tulancingo, Huasteca y Atotonilco.	VS-22, H-32, H-34, H-127, H-137.	160 - 170	20 - 25	Hum. Residual y riego	15 Mar a 15 Jun. 1 Oct. a 15 Nov.
	Huasteca y Metztilán	V-454, V-524	110 - 120	20 - 25	Riego y Temp.	1 Oct. a 30 Nov. 1 Feb. a 30 Mar.

ESTADO DE:  
JALISCO

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIETALES	CICLO VEGETATIVO (Dias)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Acatic y Tepatitlan	B-850, H-313, H-220(Celaya) H-303 H-311*, Miranda-355, Odon-356* T3-C59 V-223, 3056W	110 - 150	25	Temporal	20 Jun. a 10 Jul. 15 Oct. a 31 Dic.
" "	Ameca, Tequila, tala y Regiones similares	C-381, H-311, 3228 Miranda-355	145 - 155	20	Temporal	Inic. Temp. a 10 Jul. 1 Nov. a 31 Dic.
" "	Ameca/Centro	122-W, P-3242, P-3292, P-6875, A-791, B-83, B-555, B-810, C-343, H-101 NK-TB-7101 NK-TB-7103 NK-TB-7201 NKT-1047, Sam-28 A-7597, A-7419, A-7573, A-7445, A-7410, A-7420, A-7500, A-7520, A-7769, A-7545, TB-1059, 5575, D-801-B, 3056W	145 - 155	20	Temporal	Inic Temp a 10 Jul. 1 Nov. a 31 Dic.
" "	Arandas, Jesús María y regiones similares	Cafime, H-303, 7220, T-311, Miranda-355, VS-221	120	25	Riego	15 Mar a 30 Abr. 15 Oct. a 15 Nov.
PV	Cd. Guzmán y Regiones similares	117-W, 3292, A-7410, A-7450, B-830, B-844, C-343, C-385, B-810, Oro-609, Sam-88, TB-7201, A-7520, A-7597, A-7573, 3002-W	120	20 - 25	Temporal	Inic. Temp. a 10 Jul. 1 Dic. A 30 Ene.

- -	Cd. Guzmán, Zapotiltic, Pihuamo y regiones similares	H-311*, AN-444, A-791, B-840, B-850, C-381, H-422, H-433, P-3204, P-3230, P-3242, P-3288, 3428, 507, C-220, 3066 W	H-430,	120 - 135	20 - 25	Temporal	Inic. Temp. a 10 Jul. 1 Dic. a 30 Ene
- -	El Grullo/ Unión de Tula	P3220, P3292, 507, A-691, A-7410, B-830, B-840, C-343, C-381, CM-Pacífico, ,Dekalb B-810, B-844, H-313, H-220 (Celita), H.230, H-366, H-509, Miranda-355, Tb-1059, TB-8101, V-524, X-7101, X-7201,	P3288, P3296, A-791, B-555, C-385, A-7520, HV-426, H-311, H-507, 3204, V-526, X-7103,	135- 150	20 - 25	Temporal	Inic. temp. a 15 Jul. 1 Dic. a 31 Ene
- -	Etzatlán, Ahualulco A. Escobedo y Regiones similares	Miranda-355, H-311*, 507.		145 - 155	20	Temporal	Inic. Temp a 30 Jun. 15 Dic. a 30 Ene.
- -	La Barca / Ocotlán	117-W, P-3292, A-7500, A-7948, A-7419, A-7545, 8418,	P- 3288, A-7410, A-7520, A-7597, A-7573, C-343, 8428	145 - 155			
- -	La Huerta y Costa	A-755, A-691, B-833, Ceres6, B-810, Dekalb H-507, NK-T-1047, NK-T-47, TB-1059, TB-8101, V-455, V-526, X-7103, H-220, H-311*	Dekalb B-830, H-512, 5065-A, 3204, TB-7201, V-424, V-524, X-7101, HV-426, H-223,	110 - 120	22 - 25	Temporal	Inic. Temp- a 15 Jun. 1 Nov. a 31 Dic.
- -	Lagos de Moreno, Encarnación de Díaz y regiones similares	Odon-356, H-355, Calfime, H-223, VS-201,	H-220, H-311, VS-211	145 - 155	25	Riego	15 Abr. a 15 May 30 Sep. a 15 Oct.  Inic. Temp a 5 Jul. 30 Oct. a 15 Nov.
PV	Valle de Autlan, El Limón	V-422,	V-424				

..	Valle de Guadalajara y Zapópan	117-W, AN-444, B-555, B-83, B-840, B-844, C-343, C-385, HV-313, NK-B-15, 3288, A-7948, A-7500, A-7520, 3292, 3296, C-385, A-7410, Sam88, A-7450, 122W, A-744, H-357, H-358, 3002, 3066 W, C-220, H-359, H-360, A-7597, A-7414, A-7573, A-7545.	135	22 - 25	Temporal	Inic. Temp. a 10 Jul. 1 Nov. A 31 Dic.
..	Valle de Guadalajara, Zapópan y La Barca	H-303  3204, A-791, AN-447, B-840, C-381, H-311, Miranda-355, NK-B-83, Odon-356, 507, P-3288, 3002 W, 3066 W.	135	22 - 25	Temporal  Humedad	Inic. Temp. a 10 Jul. 1 Nov. a 31 Dic.  15 Abr. a 10 May 1 Nov. A 31 Dic.
OI	El Grullo y Unión de Tula	H-311, H-355	150	20	Riego	1 Dic. a 31 Dic. 10 May a 15 Jun.
..	Costa, Tomatlan, El Grullo y el Limón	Pioneer X-304-C  H-412, H-421, H-422, V-454, V-455, V-524  3292, H-512	170  120 - 135  110	19	Riego	1 Nov. a 31 Ene. 1 Abr. a 15 Jun.

## LA COMARCA LAGUNERA

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD	CICLO VEGETATIVO (Días)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	La Laguna	H-412, H-414, AN-461, H-422, A-791, V-415, V-401, H-419  H-433, C-343, C-751 B-555, 3292	120 - 130	18	Temporal  Riego	15 Jun. a 15 Jul. 15 Oct. a 15 Nov.
**	La laguna	H-419, H-507	90 - 120	25	Riego	15 Mar a 30 Abr. o 1 Jun. a 10 Jul.
..		H-401, V-415, B-555 B-833, A-791, A-773		18	Riego Auxilio Riego	Grano lechoso masoso  1 Jun. a 15 Jul. 15 Oct. a 30 Nov.

## ESTADO DE MEXICO

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIETADES	CICLO VEGETATIVO (Días)	DENSIDAD DE SIEMBRA (Kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA	
PV	Regiones con alturas de 1000 a 1400 msnm	H-512, H-515 VT-401, H-422	140 - 150	17 - 20	Temporal	15 May a 15 Jun. 10 Oct. a 15 Nov.	
..	Regiones con Alturas de 1800 a 2200 msnm	VT-401 V-23	140 - 150	17 - 20 20 - 25	Temporal Temp. Riego	15 May a 30 Jun. 10 Oct. a 31 Oct.	
		H-135*	200	20 - 25	Riego	1 Abr. a 15 Abr. 1 Nov. a 15 Dic.	
		H-135* H-359, H-360	200 180	20 - 25	Riego	15 Abr. a 15 May. 15 Nov. a 31 Dic.	
..	Regiones con alturas de 2100 a 2400 msnm	H-137	170	20 - 25	Riego	15 Mar a 15 Abr. 15 Sep. a 15 Oct.	
..	Regiones con alturas de 2200 a 2400 msnm	H-33, H-30	175 - 185	20 - 25	Riego y Temporal	1 Abr. a 30 Abr. 1 Oct. a 31 Oct.	
		VS-22 V-23	150 - 160		Riego y Hum. residual	1 Abr. a 30 Abr. 15 Sep. a 15 Oct.	
..	Regiones con alturas de 2200 a 2500 msnm	HIT - 1	180 - 190	25	Riego	1 Abr. a 30 Abr. 1 Sep. a 30 Nov.	
		H-33		20 - 25	Riego y Temporal		
		H-30	150				
		VS-22			Riego y Humedad residual		
		V-23 H-137	170		Riego y temp Riego		
..	Regiones con alturas de 2400 a 2500 msnm	H-33	175 - 185	20 - 25	Riego y temporal	1 Abr. a 15 Abr. 1 Oct. a 15 Oct.	
		H-28 H-30	150				
..	Regiones con alturas de 2400 a 2700 msnm	H-33 H-30, V-23	H-28, VS-22, 150	175 - 185	20 - 25	Punta de riego y temporal	1 Abr. a 20 Abr. 1 Oct. a 20 Oct.

..	Valle de Toluca, Atlacomulco y Jilotepec.	Santiago Yache Almoloja de Juárez Ixtilahuaca A Zanahoria Icamex M-10	200 - 210 80 - 190 160 - 180	25	Punta de riego. H. Residual	25 Mar a 10 Abr. 1 Oct. a 20 Oct.
	Chapingo y regiones similares	Ensilaje : V-18, V-107 V-210.	100 - 110	35	Riego	1 Mar a 15 Abr. Edo. Lechoso- masoso
	Valles Altos	V-18, V-210, V-107, H-30, H-28	120 - 130	35	Hum. residual	15 Mar a 15 Abr. Lechoso masoso

ESTADO DE :  
MICHOACAN

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD		CICLO VEGETATIVO (Dias)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Regiones con altura de 0 a 1000 msnm	H-422, H-507, V-424, V-454,	H-503, H-509, V-450, V-521	125 - 135	20 - 25	Temporal / Riego	Inic. Temp a 15 Jul. 1 Nov. a 15 Dic.
..	Regiones con alturas de 1900 a 2100 msnm	AN-444,	H-135	120 - 135	19	Riego	15 Mar a 15 May. 1 Sep. a 31 Oct.
..	El Bajío y regiones similares	Cafime,	VS- 201	110	20 - 25	Temporal	Inic Temp a 31 Jul. 1 Oct. a 30 Nov.
		HV-313, H-230	H-220,	140	20 - 25		Inic. Temp a 30 Jun. 1 Oct. a 30 Nov.
		H-220, H-311 * H-352, H-359.	AN-447, H-303, H-358,	150	25	R. Auxilio	1 May a 10 Jun. 1 Nov. a 30 Nov.
		H-366, Miranda -355. NK-B-15, VS-373 Odon 447, AN-447 AS-910, AS-951, AS-948, 3292, 3288, 3296		160 - 170	26 - 33	Riego	* - Mar a 30 Abr. 1 Nov. a 30 Nov.
OI	Antúnez, Apatzingan y Costa	H-503, H-509, H-510, V-450 V-454, V-521, V-524 H-422	H-507	145 - 150 120 - 135	18 - 20	Riego	1 Nov. A 10 Feb. 1 Mar a 31 May.



ESTADO DE :  
MORELOS

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD	CICLO VEGETATIVO (Dias)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Regiones con altura de 1300 a 2000 msnm	Costeño Mejorado H-311* H-358	130 - 145	20 - 25	Temporal	20 Jun. a 30 Jun. 1 Nov. a 20 Nov.
..	Regiones con altura de 800 a 1300 msnm	Costeño mejorado H-431, H-422, V-526 VS-535, H-515	135 - 145		Temporal	20 Jun. a 5 Jul. 1 Nov. a 20 Nov.
OI	Zona Sur o región cálida	H-431, VS-529, VS-535, V-526, H-515 Costeño mejorado, AS-31, AS-948	75 - 90	20 - 25	Riego	15 Oct. a 31 Dic. 15 Mar a 15 May.

ESTADO DE :  
NAYARIT

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD	CICLO VEGETATIVO (Dias)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Costa	V-455, Dekalb B-555 H-509, H-507, 3288 3292, V-526 HV-426, P-3292, H-431	120 - 135	20	Riego	15 Jun a 31 Jul. 15 Oct. a 31 Nov.
..	Valles (Compostela)	C-343, C-385, P-3288 P-3292, T-7101, C-381 B-833, B-840, H-357 H-360	120 - 135	20	Temporal	15 Jun a 16 Jul. 15 Nov. a 31 Nov.
..	Valles (San José Mojarras)	B-830, B-840, C-343, C-385, H-422, P-3230 P-3288, P-3292, TB-7201, T-7103, TB-1059, A-775, H-357, H-360	135 - 145	20	Temporal	22 Jun. a 16 Jul. 15 Nov. a 31 Dic.
..	Valles (San Pedro Lagunillas)	B-833, B-840, P-3230 TB-1059, T-7103 TB-7201, TB-1059, H-357, H-360	130 - 150	20	Temporal	15 Jun. a 15 Jul. 10 Dic. a 15 Ene
..	Amatitlan de Cañas	H-430, CM-T-12, 3292	135 - 145	20	Temporal	22 Jun. a 16 Jul. 15 Nov. a 31 Dic.
..	Valles (Sta. María del Oro)	Dekalb B-810, V-455 V-526, H-422 Dekalb B-555	135 - 150	15 - 17	Temporal	Inic, temp a 31 Jul. 15 Nov. a 15 Ene.

OI	Quimichis y Tecuala	B-555 H-507 H-509  Pioneer X-304-C V-424, V-453, V-455 V-524, V-526, T-7101 B-810, TB-7201	125 - 140	55-60 mil p / ha 60-65 mil p / ha. 65-70 mil p / ha.	Riego	1 Oct. a 31 Dic. 16 Mar a 30 Abr.
" "	Santiago Ixcuintla	3288, C-343  B-810, P-3296  B-833, B-840, P-3292 H-430	125 - 140	55-60 mil p / ha  60-65 mil p / ha  65-70 mil p / ha	Riego	1 Oct. a 31 Dic. 16 Mar a 31 Abr.

ESTADO DE :  
NUEVO LEÓN

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD		CICLO VEGETATIVO (Días)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Costa	VS-525, V-526, V-532	C-424, V-531,	140 - 150	18 - 24	Temporal	Inic.Temp. a 20 Jul. 15 Nov. a 15 Dic.
..	Cuenca del Papaloapan	H-507  VS-525, V-530	V-524,	120 - 135  110 - 120	20 - 25	Temporal	1 Jun. a 30 Jun. 1 Nov. a 15 Dic.
..	Juchitán e Istmo de Tehuantepec	V-524 H-507  VS-525 V-524 V-531.	V-532	125 - 130 135 - 140  125 - 130 110 - 120 125 - 130	25	Riego auxilio	1 May a 15 Jun. 30 Sep. a 30 Oct.  15 Jun. a 20 Jul. 20 Oct. a 20 Dic.
..	Mixteca Alta	Cafime  H-311* H-136		130  160 - 170 165 - 170	18  20 - 25	Riego Auxilio	1 Jun. a 10 Jul. 15 Oct. a 15 Dic.  1 Mar a 15 Abr. 1 Oct. a 10 Nov.
..	Mixteca Baja	H-509 V-454		140 - 150	20	Riego auxilio	1 Feb. a 28 Feb. 1 Jul. a 30 Jul.
..	Valles Centrales	H-230 H-220, V-370		135 - 145 120 - 130	20 - 24 18 - 20	Riego auxilio	1 May a 31 Jul. 30 Oct. a 15 Dic.
..	Tehuantepec y regiones similares	H-507		40	40	Temporal  Riego auxilio	1 jun. 15 Jul. 1 Mar a 15 Abr.  80 días después de la siembra: Grano tchoso - masoso
OI	Juchitán e Istmo de Tehuantepec	H-509, V-424	H-412	120 - 135 105 - 110	20 - 24	Riego	1 Ene a 28 Feb. 21 Abr. a 31 May
..	Mixteca baja	H-358, H-311	H-359, VS-529	130 - 140	20 - 24	Riego	15 Ene a 15 Feb. 15 Jun. a 15 Jul.
..	Silocooyapan y Costa	VS-536, V-531	V-534,	120 - 130	20 - 24	Riego	18 Dic. a 31 Ene 1 Abr. a 31 May
..	Tuxtepec y Valle Nacional	VS-536, V-531	V-534,	110 - 120	20- 24	H. Residual	15 Oct. a 15 Nov. 14 Mar a 30 Abr.

ESTADO DE:  
PUEBLA.

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD	CICLO AGRICOLA (Días)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA	
PV	Valle de Valsequillo (1700 a 2100 msnm)	H-135, H-311, H-149	155 - 180	30	Riego	15 Mar a 15 Abr. 1 Nov. a 31 Dic.	
" "	Valle del palmar y regiones con altura de 2100 a 2550 msnm	H-137, H-34, H-30, H-139	180 - 190	30	Riego	15 Mar a 30 Abr. 1 Nov. a 31 Dic.	
" "	Ahuazotepec, Zacatlan y regiones similares (2400* 2600 msnm)	VS-22 H-28	180 - 190	30	Riego y Temporal	15 Mar a 3 Abr. 1 Nov. a 31 Dic.	
" "	Santiago Miahuatlan (1600 a 1700 msnm)	H-311	150 - 170	30	Riego	15 Mar a 30 Abr. 1 Nov. a 31 Dic.	
" "	V. del Seco, Cd.Serdan, Tlachichuca, Libres, L. Grajales (2100 a 2550 msnm)	H-139, H-34, H-33, V-27, V-31 A, H-33, H-34, H-137, H-30, V-29, H-30, VS-22	180 - 200 190 - 210 190 - 210	30 20 22	Riego Temporal critico T. eficiente	1 Mar a 1 Abr. 1 Nov. a 31 Dic. 1 Abr. a 10 May 1 Nov. a 31 Dic. 15 Mar a 30 Abr. 15 Oct. a 30 Nov.	
" "	Cuyuaco, Tepeyahualco (2300 a 2600 msnm)	H-32, V-31	170	18	Temporal	1 Abr. a 10 May 1 Nov. a 31 Dic.	
" "	Valle de Puebla y Amozoc	H-137, H-34, VS-22	H-30, VS-22	190 - 200	30	Temporal - Riego	1 Mar a 30 Abr. 1 Nov. a 31 Dic.
" "	Valle de Tlahuapan	H-33, V-23	VS-22, H-137	175 - 190	25	Riego - Temporal	15 Mar a 30 May 1 Nov. a 31 Dic.
" "	Valle de Atlixco y Huaquechula (1800 - 2110 msnm)	H-311	170	30	Riego	1 Mar a 30 Abr. 1 Nov. a 31 Dic.	
" "	Valle de Tlatlauquitepec, Zaragoza, Tezihutlan, Zautla y Xochiapulco	H-30, VS-22, H-28, H-34	180 - 210	22	Temporal	1 Mar a 15 Abr. 1 Nov. a 31 Dic.	
" "	Huachinango, Aquixtla, Tetela de O., Chignahuapan e Ixtacamaxtitlán (2100 - 2400 msnm)	H-28 H-30, H-34	100 190	30	Riego y Temporal	1 Mar a 30 Abr. 1 Nov. a 31 Dic.	

ESTADO DE:  
QUERÉTARO

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD	CICLO VEGETATIVO (Días)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA	
PV	El Bajío y regiones similares	Cafime y VS-201	110	20 - 25	Temporal	Inic. Temp a 31 Jul. 1 Oct. a 30 Nov.	
		Hv-313, H-230	140	20 - 25		Inic. Temp. a 30 Jun. 1 Oct. a 30 Nov.	
		H-220, H-311, H-303, H-258,	AN-447, H-352, H-359	150	25	R Auxilio	1 May a 10Jun. 1 Nov. a 30 Nov.
		H-366, NK-B-15, Odon 447, AS-910, AS-948, 3588	Miranda 355, VS-373, AN-447, AS951, 3292, 3296.	160 - 170	26 - 33	Riego	15 Mar a 30 Abr. 1 Nov. a 30 Nov.
..	Centro y Sur	H-220, H-230	160	18 - 20	Temporal	15 Mar a 15 May 15 Sep. a 31 Oct.	
		H-311			Riego	15 Mar a 15 May 15 Sep. a 31 Oct.	
		H-135, VS-373	V-370,	140 - 150		15 Mar a 15 Abr. 20 Sep. a 21 Oct.	
..	Noreste	V-524	120 - 130	18 - 20	Temporal	Inic. Temp a 10 Jul. 1 Nov. a 31 Dic.	
..	Norte	V-402, V-454	V-401,	120 - 130	18 - 20	Temporal	1 Abr. a 15 Jun. . 30 Sep. a 30 Nov.
..	Bajío y Altiplano	V-370, H-311*	VS-201,	110 - 120	30 - 35	Temporal	Inic. Temp a 30 Jun. Grano lechoso masoso
..	El Bajío r regiones similares	H-311, H-366, Nk-B-15	H-139,	120 - 130 140 - 150	30 - 35	Riego	1 Mar a 31 Mar. Grano lechoso - masoso

ESTADO DE :  
QUINTANA ROO.

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD	CICLO VEGETATIVO (Días)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Todo el Estado	H- 507	120 - 130	12 - 15	Temporal	1 May a 30 Jun. 15 Sep. a 15 Nov.
		V-527	100 - 110			
		V-528	120 - 130			
		V-532	110 - 120			
		V-533	135 - 140			
OI	Norte, Centro y Sur	V-528, VS-536, V-532	120	15 - 20	Riego	1 Dic. a 31 Ene 1 May a 30 Jun.

ESTADO DE :  
SAN LUIS POTOSI

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD	CICLO VEGETATIVO (Días)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Altiplano	VS-201	130	20	Riego	1 Abr. a 30 May 30 Jul. a 30 Oct.
		H-220	120			
		V-370, Celaya-1, H-303, H-366, VS-373, H-303, H-311*, HV-613	140			
..	Altiplano, Norte y Centro	VS-201	110	10	Temporal	15 Mar a 20 Jul. 30 Jun. a 30 Nov.
		H-220				
		Vs-202, Cafime, V-373, H-204	120			
		H-512, V-209	110			15 Abr. a 20 Jul. 30 Jul. a 30 Nov.

..	Zona Media	H-507		120 - 130	20	Riego	15 Feb. A 30 Abr. 20 Jun. A 31 Ago.
		H-412					1 Jun. A 31 Jul. 30 Oct. A 10 Dic.
		V-526		110	10	Temporal	15 Abr. A 31 Jul. 30 Jul. A 15 Nov.
		V-434, V-524, V-424 H-422, H-433, H-435, H-311* V-454, VS-536		140			
		V-454, V-401, V-402 VS-201, Cafime		110			
		H-507		130			
		V-524, VS-440		120			
OI	Planicie Huasteca	H-303, V-454, H-512 V-521, VS-506		150 - 160	20	Riego	1 Nov. a 15 Dic. 25 Abr. a 15 Jun.

STADO DE :  
SINALOA.

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD	CICLO VEGETATIVO (Días)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Centro	H-422, V-429, H-509, NK-T-66, V-455, V-526	120 - 135	20	Temporal	Inic. Temp a 31 Jul. 1 Oct. a 1 Dic.
		V-526, V-455, H-422 H-431, Semesa - 481	150 - 160	25	Riego	1 Feb. a 15 Mar 15 Jun. a 15 Jul.
..	Norte	V-526, V-455, V-429 H-431, Semesa-481	150 - 160	25	Riego	15 Ene a 20 Mar 15 Jun. a 20 Ago
		V-526, V-455, V-429 H-422, H-509	125 - 130	20	Temporal	Inic. Tempa 31Jul. 15 Oct. a 15 Dic.
	Sur	H-507, V-455, H-422	120 - 135	20	Temporal	Inic. Temp a 31 Jul.

..		V-425, V-424, V-429 V-453, V-420, V-526 V-524				15 Oct. a 15 Dic.
OI	Centro del Estado	Dekalb B-810 Pioneer 3292 Pioneer 3288 Pioneer 3296 Pioneer 3428 Pioneer 507 Nk-T-8101, Nk-T-7202, A7573, A7545, A7597 A7500, A775, A7520 H-431, V-455, V-526 Ceres 2452 T, Cm-Pacifico, Cm-82 Cm- Huracan Cm-Tornado, Cm- Centella, Semesa 481, C-391 C-831, Nk-Y-1047, Nk-T-1059, Nk-T-47	160 - 180	22 - 27	Riego	1 Nov. a 15 Dic. 25 Abr. a 15 Jun.
	Sur del Estado	Pioneer 3428 Pioneer 3288 Pioneer 3292 V-455, V-453, V-526 V-524, B-555	150 - 170	22 - 27	Riego	1 Nov. a 31 Dic. 15 abr. a 15 Jun.
..	Valle del Carizo	H-431, Semesa -481 Cm. Pacifico, A7573 A7545, C-385, C-220	160 - 180	22 - 27	Riego	15 Ago a 15 Nov. 15 Feb. a 15 May
..	Valle del Fuerte y Guasave	Pioneer 3428, Cm-82 Pioneer 3288, C-343 Pioneer 3292, C-820 Pioneer 3296, C-810 Pioneer 507, Cm-2454-T, Nk-7103 Nk-9101, B-833, B-555, B-970, B-890 H-431, V-526, V-429, Cm-Pacifico , Cm-Rayo Cm-Centella Cm-Tornado A7500, A-775, A7440	160 - 180	22 -27	Riego	15 Ago a 15 Nov. 15 Feb. a 15 May



ESTADO DE :  
SONORA

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD	CICLO VEGETATIVO (Días)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Caborca	V-455, V-526, H-422, H-507, V-425, H-419	150 - 165	20	Riego Auxilio	15 Ago a 25 Ago. 15 Ene a 15 Mar.
" "	Costa de Hermosillo	H-507, H-422, H-419 V-455, V-425	150 - 165	20	Riego	10 Ago a 25 Ago. 15 Ene a 15 Mar.
" "	Valle del Yaqui, Mayo y Guaymas	H-430, V-526, V-425, H-422, H-419, V-455	140 - 160	14 - 20	Riego	15 Feb. a 31 Mar. 15 Jun. a 31 Jul.
IO	Valles del Yaqui, Mayo y Guaymas	H-422, H-430, V-455 V-524, V-526  V-424, V-425, H-431 B-810, B-555, 3288 3292	120 - 130  115 - 120	20	Riego	1 Ago a 15 Sep. 15 Ene a 15 Feb.  5 Ago a 31 Ago 15 Ene a 1 Mar.

ESTADO DE :  
TABASCO

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD	CICLO VEGETATIVO (Días)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Todo el Estado	CP-560, CP-561, CP-562, H-507, V-524, V-534, V-532, VS-535, VS-536, H-512, H-513, V-526.	120 - 140	18 - 23	Temporal	15 May a 15 Jul. 15 Sep. a 15 Oct.
" "	Los Ríos	V-530, V-524, V-531, V-534	120 - 140	18 - 23	Temporal	15 May a 15 Jun. 15 Sep. a 15 dic.
OI	Todo el Estado	H-507, V-524, V-532, VS-536, H-512, H-513	120 - 140	18 - 23	Temporal	1 Dic. a 15 Ene. 30 Mar a 15 May
" "	Los Ríos	V-526, V-530, V-531, VS-535	120 - 140	18 - 23	Temporal	1 Dic. a 15 Ene 30 mar a 15 may

ESTADO DE :  
TAMAULIPAS

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD	CICLO VEGETATIVO (Días)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Centro Parte Alta	V-402, VS-409, Llera III-M	110 - 120	15	Riego	10 May a 15 Jul. 1 Sep. a 30 Nov.
" "	Centro Parte Baja	H-422 H-433, H-435, H-436, Llera III-M, V-524 V-454, VS-536 VS-709, HV-1, VS-440	130 - 140  110 - 120	15 - 21	Riego y Temporal	15 Jul. a 15 Ago 15 Dic. a 15 Ene  1 Jul. a 15 Ago. 1 Dic. a 15 Ene.
" "	Norte y Río Bravo	HV-1, VS-409, V-402 VS-440 V-424, V-425, H-433 H-422	115  120 - 140	13 - 15	Riego - Temporal Riego	15 Jul. a 15 Ago 1 Nov. a 15 Dic. 15 Jul. a 31 Ago
" "	Sur	V-454 V-524 VS-535 VS-536 H-512	130 - 140 100 - 110 110 - 130	13 - 15	Temporal	15 May a 15 Jul. 15 Oct. a 20 Dic.
OI	Centro	Llera III-M Raton M, VS-409, V-402  V-401, V-536, V-402 V-424, V-455, V-524 H-422, H433, H-435 H-436, Nk-T-47	120 - 150 100 - 120  135 - 150	16 - 22 15 - 18  16 - 22	Temporal  Riego	15 Ene a 15 Mar 5 Jun. a 20 Jul.  15 Ene a 15 Mar 5 Jul. a 20 Jul.
" "	Norte	Funk's G-4733 Funk's Waxy-951 Horizon 870, H-422 H-433, H-435 H-436 VS-440, H-431 Paymaster - 9427 3044, Pioneer - 3428 Wac-915, Wac-922 HV-1, C-343, D-717 a, Ag-4555, Z-275w A-775, WM-808x TE1166-W, C-711 Wm-Ep-140w HV-1, C-709, Ceres 7 CM-82, B-555, B-810 M-2245, W-48ww Wac-728, Oro 1013 Oro 1012, 3020-W 3050-W, A-7573 A-9620	135 - 150	16 - 22	Riego	20 Ene a 15 Feb. 15 Jun. a 25 Jul.
" "	Norte, Río Bravo y Matamoros	A-9273, A-9694 A-9692 A-9676 A-9628 A-9622 A-9696	135 - 150	16 - 22	Riego	20 Ene a 15 Feb. 15 Jun. a 25 Jul.-

ESTADO DE:  
TLAXCALA

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD	CICLO VEGETATIVO (Dias)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Regiones con Alturas de 2100 a 2350 msnm.	VS-22, H-33, H-30  H-34,  H-137, H-149*  H-129, V-18	110 - 120  160 - 170  170 - 200	25	Riego u Humedad Residual	15 Mar a 15 Abr. 1 Oct. a 15 Dic.
" "	Regiones con Alturas de 2300 a 2500 msnm.	H-28, VS-22  H-32,  H-34, V-26 A, V-23 H-30, V-25, H-33, H-38	160 - 180	20  25	Temporal  Humedad	1 Abr. a 15 Abr. 1 Nov a 31 Dic.  Inic. Temp a 10 Jun.
" "	Regiones con Alturas de 2500 a 2700 msnm.	H-28, H-30, H-32, H-33, H-34, H-38 V-28 A	180 - 200	20 - 25	Temporal y Humedad	1 Abr. a 30 Abr. 1 Oct. a 15 Dic.

ESTADO DE:  
VERACRUZ

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD	CICLO VEGETATIVO (Dias)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Todos los distritos de Desarrollo rural, excepto Zonas con alturas Mayores de 800 msnm.	CP-560, CP-562, H-507, H-509, V-524 VS-525, V-526, H-512 B-810, B-556, B-830 3086, VS-536, V-530 HV-426, H-513.	120 - 135	18 - 22	Temporal	Inic.Temp a 30 Jun. 15 Nov. a 31 Dic.
" "	Zonas Altas del Distrito de Cuatepec, Perote, V. Aldana y regiones similares	V-31 A, V-23, HV-426	160 - 180	25	Temporal	1 Mar a 15 Abr. 1 Sep. a 15 Oct.
OI	Cotaxtla		145 - 150	15 - 20	Humedad residual	1 Dic. a 31 Ene 31 May a 30 Jun.

ESTADO DE :  
YUCATAN

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD	CICLO VEGETATIVO (Dias)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Todo El Estado	V-524, H-507, V-532, V-527, HV-426	160 - 170	15 - 20	Temporal	Inic.Temp a 30 Jun. 15 Nov. a 31 Dic.
OI	Muna y Becanchen	V-507, V-527, V-528	145 - 150 110	15 - 20	Riego	15 Dic. a 15 Ene. 1 Dic. a 15 Dic.

ESTADO DE :  
ZACATECAS

CICLO AGRICOLA	REGION Y/O LOCALIDADES	VARIEDAD	CICLO VEGETATIVO (Dias)	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	MODALIDAD	FECHA DE SIEMBRA/COSECHA
PV	Altiplano	Cafime, VS-201  VS-202  V-209	110 - 120	15	Temporal	Inic.Temp a 30 Jun. 1 Oct. a 20 Nov.  Inic.Temp a 5 Jul. 25 Sep. a 20 Oct.  Inic.Temp a 10 Jul. 20 Sep. a 25 Oct.
	Todo el Estado	H-303  H-311*, H-220, VS-201	160  150 120	20  20 20	Riego  Medio Riego	15 Abr. a 15 May 25 Sep. a 25 Oct.  15 May a 15 Jun. 15 Sep. a 15 Oct.
	Los Cañones	H-311*, HV-313	H-220 140	15	Temporal	Inic. Temp. a 4 Jul. 20 Oct. a 1 Dic.

\*\*Maiz Forrajero

79,80,81,82

ANEXO II

HIBRIDOS Y VARIETADES DE MAÍZ LIBERADOS POR EL INIFAP HASTA 1996

MAICES MEJORADOS PARA: VALLES ALTOS ( 2,200 A 2,700 msnm ) Y ZONAS DE TRANSICION ( 1,800 A 2,200 msnm ). REGION : CENTRO. UBICADAS EN LOS ESTADOS: DE: MEXICO, TLAXCALA, PUEBLA, HIDALGO, QUERETARO. Algunos de los maíces descritos en esta sección se recomienda además para otros estados como son: CHIHUAHUA, ZACATECAS Y MICHOACAN

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENTORES . AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE PLANTA (m)	DÍAS A FLORACION	DÍAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. HUMEDAD	JEN USO?	CARACTERÍSTICAS
H-1	Híbrido triple 1950	3	100	170 - 180	6	-----	Riego	No	Cuata en 20% y es resistente al acame. Las mazorcas son largas y cretas. Los granos son alargados, blanco amarillentos y de dureza media
H-2	Híbrido doble 1950	-----	-----	-----	5.6	-----	Riego	No	-----
H-5	Híbrido doble 1950	-----	-----	-----	6	-----	Riego	No	-----
V-10 (V-105, Cuatero de la Virgen)	Selección masal de la variedad criolla "Cuatero de la Virgen". 1946	2.25 a 2.80	85	135 - 160	3.0 - 3.5	-----	Humedad residual y punta de riego	Si	Es susceptible al acame. Cuata bastante. La mazorca es cónica. El grano es de color blanco-amarillento
V-21	Selección masal de la colecta criolla Michoacán 21. 1947	2.5	-----	150 - 165	3.8	4	Temporal	No	Presenta resistencia al acame. Sus mazorcas son cónicas, con 16 a 18 hileras de grano blanco.
VS-22	Tres ciclos de selección masal estratificada. 1980	3.0	87 - 91	150	4 a 6	13	Temporal y punta de riego.	Si	Abija poco (menos del 25%), resistente al acame, presenta de 12 a 14 hojas. Mazorcas grandes y de tipo cónico Chalqueño.

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERÍSTICAS
V-23	Dos ciclos de selección masal estratificada en la colección Tlaxcala 151 1980	2.5 - 3.0	87	155 a 165	3.5	6.5	Humedad residual y temporal	Si	Resistente al acame, tolera heladas y sequía. La mazorca es cónica y relativamente uniforme. El grano es dentado y de color blanco.
H-24	Híbrido doble 1953	1.8 - 2.5	77	125 - 135	3.0 - 3.5	7	temporal	No	Presenta poco acame, tiene cierta resistencia a déficit hídrico. La mazorca es cónica. Los granos son blancos-amarillos
V-25 (Tlaxcala)	Tres ciclos de selección masal estratificada a la colecta tlax. 169 1980	2.8	79	140 - 150	1.5 - 6.5	12	Humedad residual y temporal	Si	Resistente al acame. Es tolerante al déficit hídrico y a las heladas leves. Mazorca variable, de semicónica a cónica. Grano semidentado a dentado de color blanco cremoso.
V-26A (Cuapixtla)	Un ciclo de selección masal estratificada Convergente-Divergente en la colección Tlax. 208 1980	2.1	75	35 - 140	3	5	Humedad residual y temporal, en siembras de fines de abril y principios de mayo.	Si	Abija el 25%. Es susceptible al acame. La mazorca es cónica y algo variable. El grano es dentado y de color amarillo
V-27 (Blanco de los Llanos)	Dos ciclos de selección masal estratificada relativa en la colección Puc. 636 1980	1.9	93	163	3.5	7.3	Humedad residual donde se siembre entre 15 de marzo y 30 de abril	Si	Tolera bajas temperaturas. La mazorca es de forma cónica y el grano es ancho dentado y de color blanco cremoso

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	DÍAS A FLORACION	DÍAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (tm/ha)	RENDIM. POTENCIAL (tm/ha)	CONDIC. HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERÍSTICAS
H-28	Híbrido doble 1961	2.5	85	145 - 160	4.4	11.4	Temporal, humedad residual y riego	Si	Tolera déficit hídrico y las heladas. La mazorca tiene 16 cm. de largo con 16 a 20 hileras. El grano es crema con un poco de amarillo.
V-29 (Bianco San Juan)	Dos ciclos de selección masal estratificada en la colecta Pue.657 1980	1.9	78	155 - 165	3	6	Humedad residual y temporal	Si	s tolerante a las bajas temperaturas. La mazorca es de forma cónica y el grano es blanco ancho y dentado.
H-30	Híbrido doble 1973	2.5	88	130 - 140	5	12	Temporal, humedad residual y punta de riego	Si	Mazorcas cónicas de tamaño mediano y el grano es blanco, cremoso y dentado. De olate grueso. Cuatca en 30%.
V-31 (Victoria)	Dos ciclos de selección masal rotativa en la colecta Pue.686. 1980	1.7	89	155	3	6	temporal	Si	Evade las heladas tempranas. El grano es amarillo.
H-32	Cruza doble 1973	2	83	130 - 140	3.5	8	temporal	Si	Las mazorcas son cónicas, medianas y con 14 hileras. El grano es blanco dentado o semieristalino
V-32 (Sam-120)	Selección masal de colecciones provenientes de Canadá 1972	.....	74	115	2	3	Humedad residual y temporal	No	Este compuesto amarillo precoz tiene buena resistencia al acame y es poco afectada por las variaciones del temporal

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLOGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERISTICAS
H-33	Cruza doble 1992	2.3 - 2.6	90 - 100	160 - 170	5.5	10.0	Punta de riego, humedad residual y buen temporal	Si	Mazorcas cónicas de la raza Chalqueño, con 6-11 brácteas, 16-24 hileras y 12-19 cm de longitud. Grano semidentado, color blanco con un peso volumétrico de 772-875 kg./hl.
H-34	Cruza simple 1989	1.9 - 2.7	85 - 98	160 - 170	6	8.5	Punta de riego, humedad residual y buen temporal	Si	Mazorcas cónicas de la raza Chalqueño, con 6-11 brácteas, 16-24 hileras y 12 a 19 cm. de longitud. Grano semidentado, color blanco y con un peso volumétrico de 772-875 kg./hl.
VS-101	Cruzas múltiples de mestizos con líneas de autofecundación de una variedad de León, otra de V-21 y otra de Querétaro 1950	2	-----	125 - 130	3	4	temporal	No	Mazorca cónica y tiene de 14 a 16 hileras de grano blanco. Presenta mucho ahijamiento. Resistente al acame y el déficit hídrico.
H-102	Cruza doble formado por cuatro líneas de generación 1950	-----	-----	-----	3	5	temporal	No	-----
V-107 (V-7)	Selección masal en una colecta hecha en Actopan, Hgo. 1946	3.5	100	180	90 ton. Forraje verde, 26 ton. De forraje seco y 4.1 ton/ha de grano	-----	Humedad residual y buen temporal	Si	Susceptible al acame. Mazorca cónica, grano largo, semiduro y de color blanco-amarillento



NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLOGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERISTICAS
VS-123	Cruzas múltiples de mestizos formados con líneas de autofecundación. 1950	-----	-----	-----	-----	-----	-----	No	-----
H-123 (H-23)	Cruzas de tres líneas de una autofecundación. 1950	-----	-----	-----	3.7	-----	Temporal	No	-----
H-125	Híbrido doble 1957	2.8	97	170 - 175	6	13	Riego y humedad residual	No	Muy resistente al acame. Mazorca cónica, grano es pesado, blanco ligeramente amarillento y de dureza media.
H-125A	Cruza doble 1957	3	-----	170 - 175	6	8	Riego	No	Es muy cuatero, resistente al acame y es tolerante al déficit hídrico. Mazorca chica, grano es blanco y semiduro
H-126	Cruza simple mas una variedad 1957	3.5	100	180 - 190	6	8	Riego	No	Se acama un poco. La mazorca es cónica y de buen tamaño, el grano es semiduro y blanco-amarillento
H-127	Cruza doble 1957	3.5	98	175	5.5	12	Riego	No	Telera los vientos y heladas. No se acama. La mazorca es cónica, el grano es pesado y semiduro y de color blanco amarillento
H-129	Cruza doble 1965	3	100	180	6	14	Riego en abril	No	Es tolerante a la falta de humedad pero susceptible a las heladas. Mazorcas cónicas y permanecen erectas. Grano blanco cremoso, con algunos granos amarillos casi dentados y de dureza media
V-130 (V-30 Marceño)	Selección por uniformidad de la variedad Marceño 1950	3.5	100	180 - 190	4.5	6	Riego	No	Acama un poco. La mazorca es cónica y de buen tamaño. El grano es semiduro y blanco amarillento

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DÍAS A FLORACION	DÍAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIMIENTO POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERÍSTICAS
H-131	Híbrido doble 1973	3.3	95	175	6	12	Riego	No	Mazorcas son semicónicas con 16 hileras, el grano es grande, blanco cremoso, de textura dentado y cristalino
H-133	Híbrido doble 1973	2.8	85	165	6	15	Riego y buen temporal	No	Resiste al acame, sus mazorcas son largas semicónicas con 16 hileras, granos blanco cremoso y de semidentados a cristalinos
H-135	Híbrido triple 1987	2.5	90 - 100	170 - 185	7	9	Riego, punta de riego y buen temporal	Si	La mazorca es algo cilíndrica, longitud de 20 cm., 12 a 22 hileras, 40 granos por hilera, presenta un 75% de tamaños medio y grande de semilla, Grano dentado y blanco
H-137	Híbrido doble 1990	2.6 - 2.8	95 - 102	180 - 200	6	10	Riego, punta de riego, humedad residual y buen temporal	Si	Mazorcas cónicas de la raza chalqueño, 8-11 brácteas, 18-22 hileras y 17-19 cm longitud, el grano es semidentado, de color blanco cremoso y con un peso volumétrico de 770-786 kg./hl.
H-149	Híbrido triple 1989	2.5	90 - 100	170 - 180	7.5	15	Riego y buen temporal	Si	Mazorcas cónicas de la raza chalqueño, con 14-16 hileras y 20 cm. de longitud. El grano es dentado, color blanco cremoso, con 4% de granos amarillos.

MAICES MEJORADOS PARA:  
 REGIONES SEMIARIDAS ( 1,500 a 2,000 msnm ) REGION: CENTRO, NORTE , NORTE -CENTRO, PACIFICO NORTE, NORESTE, GOLFO-CENTRO.  
 UBICADAS EN LOS ESTADOS DE : AGUASCALIENTES, ZACATECAS, DURANGO, SAN LUIS POTOSI, GUANAJUATO, QUERETARO, NUEVO LEON Y JALISCO.

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLOGICA	REND. COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	REND. POTENCIAL (ton/ha)	COND. HUMEDAD	EN USO?	CARACTERISTICAS
VS-201	Formado con los mejores mestizos de la línea de una autofecundación derivadas de la variedad estabilizada Cefine, formada esta con cruzamiento de la raza Bolita 1963	1.5	65	110 - 115	2	7	Temporal retrasado, temporal deficiente, temporal favorable y riego.	Si	Tolera tanto el acame como el déficit hídrico. Las mazorcas son cónicas y muy sanas. El grano es blanco semidentado.
VS-202	A partir de 10 líneas de una y dos autofecundaciones del germoplasma a Bolita y Zacatecas 58 1975	1.5	61	115 - 120	1.4	2.5	Temporal	Si	Tolera el déficit hídrico. Las mazorcas son cónicas y de tamaño regular a chico. El grano es de color blanco dentado.
VS-203	Recombinación de una serie de líneas sobresalientes de la colección Zacatecas 58 1975	1.4	60	110 - 115	1.3	-----	Temporal retrasado	Si	Mazorcas cónicas. Grano blanco y dentado, aunque llegan a darse granos morados y amarillos. Se adapta al temporal deficiente
H-204	Híbrido de cruz doble 1975	1.5	55	105 - 110	1.5 - 2.0	3	Temporal desfavorable y riego con densidades de población altas.	Si	El tipo de grano se orienta hacia tipo Bolita de color blanco y dentado. Las mazorcas son de tamaño regular y tipo Bolita.

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLOGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERISTICAS
V-205 Aramberri	Variedad mejorada por selección familiar a partir de la colecta NL-S-6 1984	1.4	88	130	2	-----	Temporal	Si	Es muy resistente al acame, las mazorcas son largas, delgadas y de pocas hileras. Los granos son blancos
VS-206	La colecta NL-S-55 de la cual se seleccionaron y recombinaron las mejores familias de medios hermanos 1984	1.6	112	150 - 155	2	-----	Temporal	Si	Resiste el acame, tolera bajas temperaturas y sequía
V-207 (Galeana)	Resultado de la selección familiar a partir de la colecta NLS-139 1984	1.6	105	-----	2.4	-----	Temporal	Si	Tolerante al acame, las mazorcas son gruesas pero con poco obto. El grano es blanco con algunos granos morados.
V-208 (Mier y Noriega)	Variedad obtenida por selección familiar a partir de la colecta NL-S-54 1984	1.5	96	145	2	-----	Temporal	Si	Resistente al acame. El grano es blanco cremoso, segrega para granos morados y amarillo con baja frecuencia.
V-209	Se obtuvo después de ocho ciclos de selección familiar del compuesto Cal.74, formado a su vez con colectas tolerantes a sequía. 1990	2.1	65	130	1.5	2.5	Temporal	Si	Tolera la sequía, prospera incluso con 250mm de lluvia y es resistente al acame. Su mazorca es de 14.5cm de longitud, con 4.4cm de diámetro y tiene 14 hileras de grano con 30 granos por hilera. El grano es de color crema y de textura semicristalina

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERÍSTICAS
HET-1	Híbrido formado con: B-32 de bajo y Pab-2 que es una línea S6 derivada de germoplasma de Lucio Blanco y Braquítico. 1994	2.9	90	145 - 150	9.5	14	Riego	Si	Buena sanidad de planta y mazorca, resiste al acame y buen productor de forraje, pues mantiene sus hojas verdes después de la madurez fisiológica. La mazorca es semicónica, de olote blanco. El grano es dentado y blanco. Resistente a roya (Puccinia sorghi), al carbón de la mazorca (Ustilago maydis) y a la espiga (Sphaerotheca reiliana)
V-210	Varietal de polinización libre formada por la recombinación de cuatro colecciones sobresalientes de El Llano, Ags. y una de Pascuala, Jal. 1992	1.5	62	102	0.65	2.1	Temporal crítico, con una precipitación entre 200 a 250 mm.	Si	Evade la sequía intraestival. Se adapta a suelos someros. La mazorca es de tipo Peppitilla y Cónico Norteño, con 87% de olote blanco y 13% rojos. El grano es dentado, harinoso y blanco, con 1.5% de colores amarillo, morado y rojo
V-211	Formada en siete ciclos de selección recurrente en el criollo ZAC-218 1991	1.7	69	110	1.6	2.5	Temporal de 300 a 40mm.	Si	Tolera déficit hídrico y suelos delgados. La mazorca es cónica y de olote delgado. El grano es blanco, delgado y profundo. Resistente a roya (Puccinia sorghi)
V-212	Zac-218 1992	1.8	70	112	1.8	4	Temporal (400 a 600 mm)	Si	Se adapta a suelos someros. La mazorca es cónica y con olote delgado. El grano es blanco, dentado y profundo. Resistente a roya. (Puccinia sorghi).
H-215	Cruza doble formado con líneas precoces de 1ª autofecundación de la raza Celaya 1957	-----	-----	-----	-----	-----	Temporal	No	-----

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLOGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERISTICAS
V-216	Resultado del mejoramiento de una colecta realizada en Irapuato, Guanajuato. 1948	-----	-----	-----	-----	-----	Regiones similares a la del Bajío, es decir, en los estados de Guanajuato, Jalisco, Querétaro y Michoacán.	No	-----
H-220 (Celta)	Se obtuvo con la combinación de 2 líneas derivadas de Celaya cruzadas con un compuesto de 5 líneas de la raza Bolita 1955	3	60	115 - 125	4.5	6.2	Temporal y riego	Si	Resistente al acame, con 10% de cuateo y es tolerante al déficit hídrico. Las mazorcas bajo buenas condiciones miden de 16 - 20 cm y tienen de 12 a 14 hileras. El grano es blanco, ancho y semidentado.
H-221	Es la combinación de la cruz simple hembra de H-220 con un sintético (VS-202) 1975	1.5	70	130	2	6	Temporal	Si	Resistente al acame. Sus mazorcas son de tipo Bolita. Presenta granos dentados y blancos.
H-222	Es la combinación de una cruz simple hembra del H-220 con un sintético de Zacatecas 58 (VS-203) 1975	1.6	70	125	1 - 2.5	3.5	Temporal	Si	Se adapta al temporal restringido y en áreas con cierto grado de sequía intraestival. Sus mazorcas son de tipo Bolita, de grano dentado y blanco



MAICES MEJORADOS PARA LA:  
 REGION DEL BAJIO (1,200 a 1,800 msnm). REGION : CENTRO, PACIFICO CENTRO, NORTE-CENTRO.  
 UBICADAS EN LOS ESTADOS DE : GUANAJUATO, QUERETARO, JALISCO, MICHOACAN.

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES/ AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLOGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	REND. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. HUMEDAD	EN USO?	CARACTERISTICAS
CELAYA II	Se obtuvo por selección de la variedad sobresaliente nativa del Bajío a la que se denominó tipo Celaya II Entre 1941 y 1943	1.8	-----	-----	5.8	-----	Riego	No	Excelente vigor y calidad, la mazorca es de tipo cónico. El grano es de color blanco, semidentado.
BAJIO H-22	Hibrido doble 1954	3.5	70	135	5	6	-----	No	Tiene resistencia al déficit hídrico, las hojas son erectas. Las mazorcas están bien cubiertas, de forma cilíndrica, buen tamaño, bien llenas y con hileras rectas. El grano es blanco y ancho, de corona hundida y dentado
V.E. Chápala I	Cruzas entre dos líneas de L-II (Celaya) y también dos líneas de la variedad Briscetas I (Pepitilla) 1957	3.5	80	145	6.5	-----	Buen temporal	No	La mazorca es de forma cilíndrica, el grano es de color blanco y dentado
V.E. (La Barca)	Se derivó de cruzas entre líneas del híbrido "Bajío H-22" el cual esta formado con cuatro líneas autofecundadas de la variedad Celaya L-II 1957	3.5	70	135	4.5	6.6	Temporal favorable	No	Flexibilidad para adaptarse a condiciones diversas, las mazorcas están bien cubiertas, de forma cilíndrica, buen tamaño, bien llenas y con hileras rectas. El grano es blanco, de corona hundida y dentado.



NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DÍAS A FLORACION	DÍAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. DE HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERÍSTICAS
H-301	Híbrido doble 1949	-----	-----	-----	3	4.4	Riego	No	-----
H-303	Cruza doble entre cruza de AN 360 y H-220 1982	2.3	68	140	7	11	Riego y buen temporal	Si	Resistente al acame, las mazorcas son semicónicas, con 12 a 14 hileras y 18 cm de longitud. El grano es blanco y dentado. Tolerancia a las enfermedades regionales ocasionadas por virus, hongos y bacteria, como rayados, achaparramiento, tizón y carbones.
H-305	Híbrido doble 1949	-----	-----	120	3.5	4.8	Riego	No	-----
H-307	Cruza doble formado con líneas de la raza Celaya 1950	-----	-----	-----	4	-----	Temporal	No	-----
H-309	Cruza doble con líneas de la raza Celaya 1955	2.6	95	125 - 130	4.5	-----	Temporal y de riego	No	Resistente al acame, las mazorcas son cilíndricas de tamaño medio, con 14 a 16 hileras, el porcentaje de olote es de 16%. Los granos son blancos. Es resistente a las podriciones de la mazorca y es algo susceptible al carbón de la espiga (Sphaerotheca reiliana).
H-310	Se formo con 4 líneas derivadas de variedades sobresaliente de la raza Celaya. 1950	-----	-----	-----	-----	-----	Riego	No	-----

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. DE HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERÍSTICAS
H-311	Híbrido de cruz doble de AN-360 y los otros dos derivados de cruces trópico-bajo	2.7	78	180	6.5	9	Riego y punta de riego	Si	Tolera al acame, tiene buena cobertura de mazorca, el grano es blanco ámbar semi cristalino y dentado. Tolera el carbón de la espiga (Sphaeotheca reiliana)
H-313	1983 Este híbrido esta formado por un cruzamiento del sintético Lucio Blanco, con la variedad Tuxpeño (V-424)	2.3	69	130 - 140	3.5	6	temporal	Si	Tiene buena capacidad radicular, teniendo por lo tanto un bajo porcentaje de acame. Igualmente presenta poco porcentaje de pudrición en la mazorca
VS-320	1985 Es el resultado de recombinar líneas derivadas de las colectas Celaya, Criollo de León, Tabloncillo y Urquizu.	-----	-----	-----	2.5	5	Temporal y riego	No	Resistente al déficit hídrico.
H-352	1948 Cruza doble, formada con líneas derivadas de la raza Celaya y Pepitilla	3	70	135 - 150	5	-----	Riego y buen temporal	No	Con buena fertilidad produce 40% de cuateo. La mazorca es cilíndrica, la semilla es blanca y semidura. Susceptible al carbón de la espiga (Sphaeotheca reiliana)
H-353	1958 Híbrido doble, entre dos líneas de la raza Celaya y dos de la raza Tuxpeño.	3	75	140 - 160	5	-----	Riego	No	Resistente al acame. La mazorca es cilíndrica, la semilla es blanca, semidura y dentada. Susceptible al carbón de la espiga (Sphaeotheca reiliana) y susceptible a trips (Frankliniella spp.)

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. DE HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERÍSTICAS
V-354	Selección masal en la variedad de grano amarillo Zapopan 1957	2.8	80	134 - 140	-----	-----	Riego y buen temporal	No	La mazorca tiene cierta pudrición en las puntas cuando existe alta humedad en la época de madurez fisiológica, el grano es de color amarillo fuerte.
H-355 (Miranda)	Híbrido triple 1990	2.6	80	130 - 140	4.9	6.8	Riego, humedad residual y buen temporal (mayor de 750 mm de precipitación)	Si	La mazorca tiene una longitud de 16 cm, diámetro 5 cm, de 14 a 16 hileras, 32 granos por hilera, son de forma algo cónico, con buena cobertura. El grano es blanco semidematado y semicristalino. Se adapta a condiciones adversas. Resiste al carbón de la espiga (Sphaelotheca reiliana).
H-356 (Odon)	Híbrido simple 1990	2.8	91	170	6	10	Riego y humedad residual	Si	Tolerante al acame, la mazorca mide 19 cm, tiene 16 hileras, es ligeramente cónica, y esta bien cubierta. El grano es blanco, dentado y semicristalino. Tolerancia al carbón de la espiga (Sphaelotheca reiliana), pudrición de tallo y mazorca (Fusarium spp.) y el gusano elotero (Heliothis zea).
H-357	Híbrido simple 1994	2.2	72	120 - 130	6	8 - 11	Buen temporal (mayor de 750 mm) riego y punta de riego	Si	Tolera el acame. Mazorca ligeramente cónica, sana, con 16 cm de longitud, diámetro con 4.5 cm, 16 hileras de grano, 38 granos por hilera, con 85% de grano y buena cobertura.

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. DE HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERÍSTICAS
H-358	Híbrido simple 1994	2.6	72	130 - 140	6.3	8 - 16	Buen temporal (mayor de 750 mm), humedad residual, riego y punta de riego.	Si	Doble propósito, grano y forraje. Longitud de la mazorca 18.9 cm, diámetro 3.9 cm, con 14 a 16 hileras, 41 granos por hilera, un 83.4% de grano, es de forma cilíndrica, buena cobertura. Grano semicristalino y de color blanco cremoso. Al igual que la anterior semilla tolerante a Cercospora (Cercospora zeae-maydis) y al carbón de la espiga (Sphaerotheca reiliana).
H-359	Híbrido triple 1994	2.5	71	130 - 140	6.2	8.8 - 12	Buen temporal, humedad residual y punta de riego.	Si	La mazorca es de forma cilíndrica, con longitud de 19 cm, un diámetro de 4 cm, con 14 a 16 hileras de grano, 40 granos por hilera, 83.7% de grano y buena sanidad. El grano es de textura semicristalina y color blanco cremoso. Presenta tolerancia a Cercospora y al carbón de la espiga. Adaptabilidad y estabilidad.
H-360	Híbrido de cruz triple 1994	2.2	71	120 - 130	6	8	Buen temporal, riego y punta de riego.	Si	Mazorca ligeramente cónico, longitud promedio es de 16 cm, diámetro de 4.4 cm, con 16 hileras de grano, 38 granos por hilera, con un 84.2% de grano, buena sanidad y cobertura, el grano es blanco y de textura semicristalina. Tolerancia a Cercospora.
H-366	Híbrido doble entre las líneas de la raza Celaya-Pepiúlla y de germoplasma de trópico por Bajío 1966	3.5	98	150 - 180	6	10	Riego, punta de riego y buen temporal.	Si	Presenta plantas cuatas(60-80%), posee un buen desarrollo radical y es resistente al acame. Mazorcas de forma cilíndrica y ligeramente cónico, el grano es de color blanco y de forma dentada. Es resistente al carbón de la espiga o "cuervo".

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DÍAS A FLORACION	DÍAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. DE HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERÍSTICAS
H-367P.	Híbrido palomero de cruz simple formado con líneas de germoplasma de EUA de maíz palomero 1972	2.1	70	130	5	7.5	riego	Si	Mazorcas cilíndricas y con olote delgado, grano de color amarillo zanahoria y duro cristalino, su expansión al 12% de humedad es de 26 a 28 volúmenes. Para evitar contaminación debe sembrarse en lote aislado (distancia o fecha de siembra)
H-368A	Cruza doble formado con líneas de endospermo amarillo 1975	2.9	95	170	6.5	10.5	Riego y buen temporal	Si	Es similar en rendimiento y precocidad al H-352 y superior al H-309 en un 7%, el grano es cristalino y amarillo
H-369	Formado por tres líneas de origen de Celaya y Trópico-Bajo. 1975	3	95	170 - 180	6	12	Riego y punta de riego	Si	Resistente al acame, sus mazorcas son grandes bien formadas y de hileras rectas, el grano es blanco cremoso y dentado. Resistente al carbón de la espiga.
V-370 (Celaya II Mejorado)	Varietal de polinización libre, mejorada a partir de la variedad críollo regional, Celaya III 1975	2.9	89	160 - 710	6.5	8.5	Riego y buen temporal	Si	Sus mazorcas son regulares y de hileras rectas, el grano es dentado y blanco. Se selecciono en ambientes de baja fertilidad

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DÍAS A FLORACION	DÍAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	POTENCIAL POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. DE HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERÍSTICAS
V-371	Obtenida mediante selección masal a partir de la variedad sintética (VS-5). 1975	3	88	160	4.5	6	Riego y buen temporal	Si	Posee una alta capacidad forrajera. Sus mazorcas son de tamaño regular y gruesas, el grano es de color blanco dentado
H-372	Híbrido de tres líneas, derivadas del híbrido H-353 y la otra del germoplasma Onaqueño de tipo Celaya 1975	3	90	170	6	9	riego	Si	Sus mazorcas son grandes bien formadas y con hileras rectas, el grano es blanco cremoso y dentado
VS-373	recombinación de cruza formadas con líneas de origen de Trópico-Bajo y de Celaya 1980	3	85	160	6	8	Temporal y de riego	Si	Resistente al acame. El grano es blanco, con algunos amarillos. La mazorca tiene de 14 a 16 hileras y 30 granos por hilera, es tolerante a trips (Frankliniella spp.), al gusano cogollero (Spodoptera frugiperda). Tolerante a enfermedades de la hoja (Helminthosporium turcicum, H. Maydis y Puccinia sorghi).

MAICES MEJORADOS PARA:  
 REGIONES CALIDO SECAS (0 a 1,000 msnm). REGION: NORESTE, NORTE-CENTRO, NOROESTE, PACIFICO-NORTE, CENTRO,  
 PACIFICO-CENTRO, GOLFO-CENTRO.  
 UBICADAS EN LOS ESTADOS DE: COAHUILA, SONORA, SINALOA, TAMAULIPAS, CHIHUAHUA, NUEVO LEON, BAJA  
 CALIFORNIA, COLIMA, DURANGO, NAYARIT.

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLOGICA	RENDIM. COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. DE HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERISTICAS
V-401 (San Juan)	Selección masal de la variedad regional de la raza Tuxteño precoz "San Juan", también conocida como "Maiz Oloton"	2	65 - 80	110 - 120	2 ton/ha en temporal y 4.5 ton/ha en riego	6.7	Riego y temporal	Si	Las espigas son ramificadas. Sus mazorcas son grandes y cilíndricas, el grano es blanco y un poco almidonoso.
V-402 (Breve de Padilla)	Selección masal por grano blanco en una variedad de grano pinto y elote delgado, llamada Breve de Padilla del centro de Tamaulipas (como el anterior)	2	45 - 50	90 - 100	3 - 4	5	Temporal y riego	Si	Las mazorcas están bien formadas, de tamaño regular y con elote muy delgado (10%), el grano es blanco, algo profundo y semiduro. Su sistema radical es ramificado y profundo.
V-403 (Raión)	Selección masal de la variedad Raión de centro de Tamaulipas	2	50 - 55	100 - 110	2.5	3	Temporal	No	Mazorcas bien formadas, con 12 a 13 cm longitud, elote muy delgado. El grano es blanco, algo profundo y semi duro. De tallo delgado. Susceptible a <i>deomy</i> mildiú ( <i>Peronosclerospora spp.</i> )

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DÍAS A FLOREACION	DÍAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	RENDIMIENTO POTENCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. DE HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERÍSTICAS
V-404 Compuesto Precoz	Selección recurrente entre familias de medios hermanos a partir de 20 colectas de maíces criollos de Tamauilipas y Nuevo León 1984	1.8 - 2	50 en primavera, 65 en invierno	110 en primavera, 125 en invierno	2.8 - 4.7	6	Riego y temporal	Si	Del 93 al 95% del olote es de color blanco y el resto es rojo, constituyendo el 17% del peso total de la mazorca. la cual es semicilíndrica. Tiene 14 a 18 cm de longitud con 12 a 14 hileras, el grano es blanco. Tolerante a downy mildi y algo susceptible al carbón de la mazorca (Ustilago maydis)
V-405	Se formo recombinando 12 familias de medios hermanos de selección recurrente de la población San Juan 1992	2.5	60	115	5.8	7.8	Riego	Si	La mazorca es conico con brácteas rugosas y el grano es semidentado
VS-410 (Sintético Carmen)	Esta variedad sintética se obtuvo por cruza multiples de líneas derivadas de la variedad Carmen 1958	1.8	64	100 - 105	2 - 2.5	-----	Temporal	No	Las espigas son blancas o moradas, presenta porcentaje de cuato. Tiene olote delgado, del color blanco, rojo o rosado. El grano es blanco y semiduro
VS-411 (Sintético Barretal)	Cruzas multiples entre líneas de la variedad "Breve de Padilla" 1958	1.7 - 2	70	95 - 100	2.5 - 3	-----	Temporal	No	La mazorca es pequeña con olote delgado, flexible y de color blanco, rosa o rojo. La semilla es de color blanco amarillento.



NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. DE HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERÍSTICAS
H-412	Híbrido de cruzada doble 1962	2.5	80	120 - 135	4	6	Riego y buen temporal	Si	La mazorca es cilíndrica de 12 hilera, el grano es blanco ligeramente amarillento y semi-harinoso.
VS-413 (San Juan)	Se formó a partir de 11 líneas de 1ª autofecundación derivada de la variedad mejorada V-401(San Juan)	2.6	65	120	6 - 7	-----	Riego	Si	Presenta plantas vigorosas, sus mazorcas son largas y cilíndricas. El grano es blanco almidonado y olate algo grueso.
H-414	1976 Híbrido doble formado con líneas de una autofecundación de la variedad mejorada V-401	2.5	65	120	7	9	Riego y temporal	Si	Presenta cuatco, los tallos son gruesos, las mazorcas son grandes y de olate grueso. De grano blanco y un poco almidonado
V-415 (Lagunero 3 Meses)	1975 Se formó mediante 5 ciclos de selección masal estratificada en la variedad precoz, "Lagunero de 3 meses"	2.2	50	90 - 95	7	-----	Riego y temporal	Si	Es precoz. Sus mazorcas son cilíndricas ligeramente cónicas y de tamaño regular. Su grano es dentado blanco, aunque segregaba algunos granos morados.
V-416 (Blanco Tayahui)	1975 Se obtuvo mediante 4 ciclos de selección masal estratificada en la variedad regional "Blanco de Tayahui"	2.6	60	110	9	-----	Riego	Si	Sus hojas y tallos son de color verde claro, su ciclo es intermedio. Tiene mazorcas medianas con grano blanco.

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLOGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC DE HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERISTICAS
H-417	Cruza doble entre líneas de una autofecundación derivada de la variedad mejorada V-401 1975	2.1	70	130	7	-----	Riego y temporal	Si	Tiene tallos y hojas de color verde no muy intenso. Sus mazorcas son cilíndricas y ligeramente cónica, su grano es semi- dentado harinoso. Tolerante a cenicilla vellosa (Peronosclerospora spp).
H-418	Cruza doble formada con 4 líneas derivadas de la variedad mejorada V-401 1975	2	67	125	4	7	Riego y temporal	Si	Resistencia al acame, sus mazorcas son cilíndricas, ligeramente cónicas y con olote grueso, su grano es blanco semidentado y harinoso
H-419	Híbrido doble con las líneas de las variedades V-401 y Carmen 1975	2.3	72	135	5.5	7.3	Riego y temporal	Si	Presena un 20 % de cuateo. Buena resistencia al acame. Las mazorcas están bien cubiertas y son cilíndricas, con grano blanco y dentado
V-420 (Perla Sinaloa).	Se obtuvo mediante un ciclo de selección masal estratificada por rendimiento y eficiencia en la variedad regional criolla "Perla" del sur de Sinaloa 1975	2.8	53	115	3 - 3.5	-----	Riego y temporal	Si	Las mazorcas son largas y cilíndricas con 8 a 10 hileras. De grano blanco perla brillante, duro y cristalino y de forma redonda.
H-421	Híbrido de dos líneas seleccionadas 1982	2	70	135	-----	7.7	Riego	Si	Su crecimiento es lento entre 2 y 10°C, tolerante al carbón común de la mazorca, mildiú vellosa y gusano elotero.

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. DE HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERÍSTICAS
H-422	Hibridación de dos líneas seleccionadas 1982	2.2	70	135	6	8	Riego	Si	No tiene ahijamiento en trópico seco, resistente al acame, tolera al gusano clotero ( <i>Heliothis zea</i> ) y el carbón de la mazorca ( <i>Ustilago maydis</i> ), resiste el mildiú vellosa ( <i>Peronosclerospora spp</i> )
V-423 (Morcels)	Tres ciclos de selección masal moderna en la colección Morcels 130. 1980	2.2	57	115	-----	7	Buen temporal y riego	Si	Tiene 14 a 18 hojas. La espiga mide de 55 a 65 cm con 10 a 14 ramas primarias, la mazorca tiene de 12 a 16 hilteras. El grano es blanco crema. Susceptible al gusano cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ).
V-424 (Tuxpeño precoz)	Fue derivada del 17º ciclo de selección recurrente de la población Tuxpeño crema 1981	1.4	60	105 - 110	4.4	7	Buen temporal (trópico húmedo) y bajo riego (trópico seco)	Si	La espiga tiene una longitud de 34 a 38 cm, tiene de 12 a 14 ramificaciones. La mazorca tiene de 14 a 16 hilteras y olate blanco. El grano es de textura semidura y de color blanco
V-425 (Cristalino precoz)	Derivada de la población No 19 de CIMMYT, con materiales de Argentina, Colombia, Cuba, El Salvador, EU (sur y centro), Honduras, India, México y materiales resistentes a cenicilla ( <i>Peronosclerospora spp</i> ). De Filipinas 1992	1.8	60	115	4.3	6	Riego y temporal	Si	Resiste al acame. el grano es blanco cristalino y duro. La mazorca tiene 14 a 16 hilteras, mide de 14 a 18 cm de longitud de 5 a 6 cm de diámetro. Es tolerante a rovas de la hoja ( <i>Puccinia sorghii</i> , <i>Helminthosporium turcicum</i> y <i>H. Maydis</i> ).

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENTORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLOGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIMIENTO POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC DE HUMEDAD	EN INSP	CARACTERISTICAS
HV-426	Hibrido varietal 1992	2.3	53	100	4.3	6-4	En regiones de precipitacion que varian de buenas a muy deficientes (entre 400 y 800 mm)	Si	Tolerancia a la sequia intrasecival, al calor y a las condiciones adversas del suelo, su mazorca mide 14 cm, diametro de 3.8 cm, con 14 hileras rectas, de forma cilindrica y con un 83% de grano, el cual es blanco, semicristalino, de forma dentada, con una longitud de 1.1 cm, ancho de 0.8 cm y un espesor de 0.5 cm. Es susceptible a la pudricion del tallo (Dielodia maydis)
V-129	Se derivó de 4 ciclos de selección recurrente en la población 23 de CIMMYT 1993	2.2	98	120 - 130 en primavera-verano 180 en otoño-invierno	4.5	7	Temporal en P-V, riego en O-I	Si	Mazorca cilíndrica, con 14 hileras rectas, el olote blanco y las brácteas secas de color papizo. El grano es cristalino y semicristalino, blanco cremoso
H-430	Hibrido formado por tres líneas 1991	2.1	70 en O-I	100 - 155	5 - 6	8	Riego	Si	Tiene hojas erectas, tolera altas temperaturas y déficit hídrico. La mazorca es cilíndrica y muy uniforme. El grano es blanco, dentado y semicristalino. Susceptible a roya, pero resiste el achaparramiento del maíz.
HV-1	Hibrido simple 1992	1.7	48 - 56	90 - 100	2.5 - 3.8 en temporal y riego	3.6 y 5.1 en temporal y riego	Temporal y riego	Si	Tolera altas temperaturas. La mazorca es cilíndrica, con 12 a 14 hileras y 30 a 42 granos por hilera. El grano es de color blanco y de tipo dentado y semidentado. Tolerante al carbón común de la mazorca y a la cenicilla.
H-431	Hibrido de cruz simple 1993	2.3	70 en O-I	140 - 150	5 - 6	8	Riego	Si	Con hojas semierectas, tolera altas temperaturas y el déficit hídrico. Su mazorca es cilíndrica con 12 a 16 hileras. El grano es blanco y semidentado.

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLOGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC DE HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERISTICAS
H-433	Híbrido triple 1987	2	74 - 86	130 - 140	6.6	8	Riego	Si	Buena sanidad de grano. La mazorca es cilíndrica y con 14 a 18 hileras. El grano es blanco y de semidentado a dentado. Resistente a cenicilla y a la pudrición de la mazorca.
H-434	Híbrido de cruz doble 1991	2.2	88	140	7	11	Riego	Si	Resistente al acame y es apropiado para su cosecha mecánica. La mazorca es de forma cilíndrica, con 16 hileras y 32 granos por hilera. El grano es de color blanco-cremoso, dentado.
H-435	Híbrido simple 1993	2.1	75 - 85	125 - 135	6.8	8.4	riego	Si	Resiste altas temperaturas. Se recomienda para una agricultura intensiva, la mazorca es cilíndrica y con 14 a 18 hileras. El grano es blanco y semicristalino a dentado. Tolera el gusano elotero, el mildiú vellosos y pudriciones de la mazorca.
H-436	Híbrido simple 1993	2.1	75 - 85	125 - 135	6.9	8.7	Riego	Si	Resiste altas temperaturas. Es apropiado para una agricultura intensiva. La mazorca es cilíndrica y con 14 a 18 hileras. El grano es blanco y semicristalino a dentado. Tolera el gusano elotero, el mildiú vellosos y pudriciones de la mazorca.
VS-440	Scis líneas 1992	2.1	53 - 60	100 - 120	2.3 - 3.8 en temporal y riego.	3.2 - 5.2 en temporal y riego	Riego y temporal	Si	Es tolerante a la sequía intraestival. Su mazorca es semicilíndrica con 12 a 14 hileras. El grano es blanco y semidentado. Es tolerante a cenicilla o mildiú vellosos y al carbón de la mazorca.

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. DE HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERÍSTICAS
VS-450 (Costeño de Cutilacán)	Se formó a partir de la recombinación de 2 híbridos dobles. Costeño H-52D y Costeño H-264 1965	3	88 en primavera y 59 en verano	150 en primavera y 145 en verano	6	8	Riego y temporal	Si	Sus hojas son grandes y anchas. Sus mazorcas son largas y gruesas con 14 a 16 hileras, de grano blanco dentado
H-451	Híbrido doble formado con líneas de autocrecimiento del VS-450 1975	3.1	96	125	4	6.8	Riego	Si	Presenta mazorcas de buen aspecto y con un grano blanco. Presenta un 16% de acame
H-452	Híbrido doble 1975	3.2	90 en primavera y 60 en verano	155 en primavera y 150 en verano	5	8.4	Riego y buen temporal	Si	Presenta 16 hojas. Es resistente al acame solo en primavera. Sus mazorcas son largas y gruesas con 12 a 16 hileras, de grano blanco con algo de segregación amarilla y semidentado-cristalino.
V-453 (Costeño de Cutilacán Mejorado)	Se originó mediante 4 ciclos de selección masal a partir del VS-450, variedad de amplio uso en siembras de la región 1975	3	96 en primavera y 60 en verano	160 en primavera y 155 en verano	3.2	7	Riego y temporal	Si	Es susceptible al acame, sus mazorcas son largas y gruesas con 15 hileras, de grano blanco lechoso y semidentado-cristalino.
V-454	Tres ciclos de selección masal moderna de la población Tuxtepec Caribe II proporcionada por el CIMMYT 1981	2.4	57 en primavera y 83 en verano	115 en primavera y 130 en verano	3	4	Riego y temporal	Si	No abija y es tolerante al acame. Presenta de 15 a 18 hojas de tipo semierecto. El grano es de color blanco crema y la textura es semicristalina, la mazorca tiene de 15 a 29 cm de longitud, 4 cm de diámetro y de 12 a 16 hileras.

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLOREACION	DIAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. DE HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERÍSTICAS
V-455 Semidormado Tropical	Tercer ciclo de selección masal recurrente de su población No 22. Mezcla tropical blanca que esta constituida por 250 familias de hermanos completos 1981	2.1	80 - 90	130 - 140	4 ton/ha en riego y 1.5 ton/ha en temporal	8 ton/ha en riego y 5 ton/ha en temporal	Riego y temporal	Si	Resiste al acame. Del 90 al 93 % de los olotes son blancos y del 7 al 10% morados. La mazorca es cilíndrica y tiene de 15 a 19 cm de longitud, 5 a 6 cm de diametro y de 14 a 16 hileras. El grano es blanco semidormado. Es tolerante a las enfermedades foliares como la roya ( <i>Puccinia sorghii</i> ) y tizón ( <i>Helminthosporium turcicum</i> y <i>H. maydis</i> )
Llera III	Selección masal a la variedad Llera 1945	2.5	55 - 60	125	3	4	Riego	Si	La envoltura de la mazorca la cubre perfectamente y con 14 a 16 hileras. El grano es dentado blanco, profundo y pesado
Llera III-M	Selección masal a partir de una muestra de la variedad mejorada Llera III tomada de una siembra comercial. 1983	2.3	65	125	3 - 4	5	Riego y temporal	Si	La mazorca tiene de 14 a 16 hileras . el grano es grande, dentado y blanco
Ratón M	Selección masal a partir de muestras tomadas en siembras comerciales de la variedad regional Ratón 1983	2	53	100	1.5 ton/ha en temporal y 3 ton/ha en riego	4	Riego y temporal	Si	El grano es chico, blanco y dentado. El olote es muy delgado, de color blanco y constituye el 10% del peso total de la mazorca. Es tolerante a la sequia intracestival, a los vientos y a suelos con pH alto (8.5). es tolerante al achaparramiento.
H-52	Híbrido doble. Creado por cruzamientos entre líneas derivadas de las variedades Llera I y II 1952	2.7	65	125	2	3 ton/ha en temporal y 2 ton/ha en sequia	Riego y buen temporal	No	El sistema radical es profundo y desarrollado. Presenta cuatros. Es resistente al acame. Las mazorcas son cilíndricas y el grano es blanco y semiduro

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLOGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. DE HUMEDAD	¿EN USOT?	CARACTERÍSTICAS
H-52 D	Híbrido doble 1958	2.7	65	120 - 135	3 - 3.5	-----	Bajo condiciones de temporal o riego	No	Resistente al acame. La mazorca es cilíndrica dentada de tamaño medio. La semilla es blanca semidura
H-264 (Costeño)	Híbrido doble formada por líneas de la variedad Liera II 1956	-----	-----	-----	-----	-----	Riego y temporal	No	Recomendado en regiones del trópico cálido seco del país
V1-1180	----- 1958	-----	-----	-----	2.8	-----	Riego y temporal	No	Se recomendó para sus siembras en regiones principalmente de clima cálido



MAICES MEJORADOS PARA:  
 REGIONES DE TROPICO HUMEDO (0 a 1,000 msnm) REGION: GOLFO -CENTRO, NOROESTE, PACIFICO SUR, SURESTE.  
 UBICADAS EN LOS ESTADOS DE: MICHOACAN, JALISCO, VERACRUZ, TABASCO, CHIAPAS, GUERRERO, NAYARIT,  
 YUCATAN, OAXACA, COLIMA, CAMPECHE, QUINTANA ROO.

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE PLANTA m	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO Tona/ha	REND. POTENCIAL Tona/ha	CONDIC. HUMEDAD	EN USO?	CARACTERISTICAS
H-501	Híbrido doble 1955	2.7	55 - 60	125 en verano y 135 en invierno	4	6	Temporal y riego	No	Las mazorcas se doblan a al madurez. Resistente al acame, sus mazorcas son de tamaño medio, con 16 a 18 hileras, de grano blanco y semientado o dentado Tiene plantas vigorosa. Sus mazorcas son cilíndricas y con 14 a 16 hileras, de grano ancho dentado profundo. De color blanco cremoso. Tolerante a roya (Helminthosporium spp)
H-502	Híbrido doble 1955	2.5	55 - 60	120 - 135	5	8	Riego	No	Los tallos son gruesos. Resistente al acame. Sus mazorcas son largas delgadas y tienen muy buena cubierta, por tiene muy poco daño por pajaros. De grano blanco cremoso profundo y bien dentado. Resistente a roya
H-503	Híbrido doble 1955	3.5	67 en verano, 85 en invierno	135 en temporal, 150 en riego	3	5	Temporal y riego	Si	Resiste el acame. Sus mazorcas tienen buena cobertura, son largas, cilíndricas y con 12 a 16 hileras. De grano blanco cremoso, profundo y delgado.
H-504	Híbrido doble 1958	3.5	55 - 60	135	5	-----	Temporal	No	Tiene 20% de cuateo. La mazorca tiene buena cubierta por lo que evita daño por insectos, pajaros y pudriciones; es cilíndrica delgada y con hileras algo regulares. El grano es blanco cremoso, semiduro y dentado
H-505	Híbrido triple	1.3	-----	130	5	-----	Para siembras de riego	No	

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. DE HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERÍSTICAS
H-506	Híbrido doble 1957	-----	-----	-----	5	-----	Riego	No	-----
H-507	Híbrido doble 1961	2.9	58 en verano y 80 en invierno	130 en verano y 150 en invierno	3.5 - 5	6.5	Riego y temporal	Si	El cuatio es del 30% , tiene 17 hojas. Las mazorcas son cilíndricas con una longitud de 16 a 18 cm, presenta de 14 a 16 hileras, grano de tipo dentado cremoso, con algunos segregantes de color amarillo
H-508 E	Híbrido Enano doble 1972	1.9	73 - 78	140 - 150	3 - 4	6	Riego y temporal	Si	Resistente al acame, soporta altas densidades (60-80,000 plantas /ha). La mazorca es de forma cilíndrica, de grano dentado de color blanco cremoso. Sus hojas son anchas
H-509 E	Híbrido enano doble 1972	1.8	57 en verano y 72 en invierno	140 en verano y 150 en invierno	3.5	5	Riego y temporal	Si	Tallos vigorosos, muy resistente al acame. Puede sembrarse a mayor densidad (de 60 - 80,00 plantas/ha) fertilización. Mazorca perfectamente cubierta por el totomoxtle , el grano es de color blanco cremoso.
H-510	Híbrido doble 1975	2.4	61 en verano y 72 en invierno	150 en verano y 165 en invierno	4.8	6	Riego y temporal	Si	Resistencia al acame. El grano es blanco cremoso y dentado. Mazorca perfectamente cubierta por el totomoxtle.
H-511	Híbrido simple 1981	2.9	60	120 - 140	6.1	6.7	Temporal y riego	Si	La espiga mide 64 cm, el olate representa el 18% del peso total de la mazorca, de color blanco. Mazorca con longitud de 18 cm. y de 12 a 14 hileras, de forma cilíndrica, con un porcentaje de grano del 82%

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLOGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. DE HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERISTICAS
H-512	Híbrido triple 1992	2.3	55	100	6	7	Temporal y riego en climas tropical húmedo	Si	Resiste el acame. La mazorca es cilíndrica con 14 hileras, 32 granos por hilera y 84% de grano, el cual es blanco y dentado.
H-513	Híbrido simple 1994	2.4	55	90 - 100	6.2	8	Temporal y riego	Si	Resistente al acame. Se recomienda en una agricultura intensiva. Mazorca cilíndrica con 36 granos por hilera, 14 hileras, buena cobertura y 85% de grano. El grano es blanco cremoso y textura semidentada.
H-514	Híbrido simple 1995	2.2	55	105	7	8.5	Riego y temporal	Si	La mazorca mide 19 cm, un diámetro de 6 cm, 14 hileras, 43 granos por hilera y 82% de grano, tiene 550 a 600 granos. El grano es blanco y dentado.
H-515	Híbrido triple 1995	2.4	60	120	6	8	Temporal con mas de 900 mm	Si	Mazorca cilíndrica, con 17 cm de longitud, un diámetro de 5.5 cm., 15 hileras de grano y un porcentaje de grano de 83%, el cual es de color blanco, semicristalino cuya longitud es de 1.14 cm y un ancho de 1.19 cm.
V-520	Selección masal dentro de una colección de la raza Tuxtepec hecha en la costa del Golfo. 1949	3.5	62	134 - 150	3.4 - 4	-----	temporal	No	La mazorca es cilíndrica, con buena cubierta y con 14 a 18 hileras irregulares de grano. La semilla es blanca y dentada.
V-520 C	Selección masal dentro de la variedad Capitán de la raza Tuxtepec 1952	-----	65	140 - 150	4 - 4.5	5.5	Temporal	No	Tiene hojas y tallos de color verde oscuro. La mazorca es cilíndrica, bien cubierta y con hileras rectas. El grano es blanco amarillento y semidentado.

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC DE HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERÍSTICAS
V-521	Compuesto integrado con 20 familias de hermanos completos del <i>Tribeño</i> , III a la que se le agregó una cruz simple de líneas Llera III 1972	1.7	58	175 - 180	1.5 - 1	4	Temporal	Si	Susceptible al acame. Los tallos son verdes no muy fuerte pero segrega algunos tallos morados. Mazorcas cilíndricas con 12 a 14 hileras y 80% de grano el grano es blanco, aunque segrega tipo, es dentado y semicristalino
V-522	Variedad de polimización abierta esta constituida por el octavo ciclo de selección masal estratificada obtenido a partir de la selección V-520 C 1975	2.6	64	120	2.8	4	Temporal	Si	Tiene cierta resistencia al acame. Las mazorcas son cilíndricas, largas y de tipo Tuxteño, con 12 a 14 hileras. El grano es blanco y dentado.
VS-523A	Esta variedad fue integrada mediante la selección de los mejores mestizos formados con líneas derivadas de la variedad Amarillo 1975	2.2	59	110	3.5	-----	Temporal	Si	Tiene resistencia al acame. La mazorca tiene una cobertura regular y tamaño medio. El grano es amarillo intenso, cristalino-dentado.
V-524 (Tuxteño)	Se formo con 8 ciclos de selección hacia planta baja, en una población de la raza Tuxteño, por el CIMMYT 1975	2.1	63	125 - 130	3	4.4	Temporal	Si	Bajo humedad excesiva es susceptible a pudriciones de mazorca. Mazorcas cilíndricas de buen tamaño con grano blanco y dentado. Es tolerante al downy mildew ( <i>Peronosclerospora spp.</i> ) y a trizón ( <i>Helminthosporium spp.</i> )

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENTORES/ AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DÍAS A FLORACION	DÍAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC DE HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERÍSTICAS
V-525	Se formó con la recombinación de los mejores mestros evaluados en el trópico húmedo, proporcionada por el CIMMYT 1981	2.6	56	120	5.5	6	Bajo condiciones de temporal	Si	El olate es blanco y representa entre el 18 - 19% del peso total de la mazorca. Las hojas son largas y anchas. La mazorca mide 18cm y tiene de 12 a 14 hileras. El grano es semicristalino y blanco encontrándose algunas mazorcas de corona rosada
V-526 (Tuxtepec Tardío)	Fue derivada del tercer ciclo de selección recurrente de la población No 43. Esta variedad está constituida por 250 familias de hermanos completos que se evaluaron en 6 países 1982	2.3	70 - 80	150 - 175	6 en riego y 3 en temporal	9 en riego y 5.5 en temporal	Riego y temporal	Si	Resiste el acame. La espiga mide de 38 a 45 cm y de 15 a 18 ramificaciones primarias. Las mazorcas son cilíndricas y grandes, el grano es blanco y dentado. Es tolerante a enfermedades foliares comunes como la roya y tizón.
V-527 (Uxmal)	Se derivó del tercer ciclo de selección recurrente en la población No 26 (Mezcla Amarilla) 1985	2	50	110	2.5	4.5	Buen temporal	No	El 12% de los olatos son rojos. El 11% de los tallos son morados. Las mazorcas son cilíndricas en el 87% de los casos y cónicas o semicónicas en el 13% con 12 a 16 hileras. El grano es amarillo, el 84% es cristalino y el 16% dentado.
V-528 (Peninsular)	Se obtuvo del segundo ciclo de selección recurrente dentro de la población Tropical Tardía Blanca Dentada 1985	2.3	64	120 - 135	3.5	5.5	Temporal	Si	Mazorcas cilíndricas, con 14 a 16 hileras, de 16 cm de longitud y de 4 a 6 cm de diámetro. Los granos son de color blanco, dentado de 0.9 cm de ancho y de 1 a 1.2 cm de longitud. Tolera el déficit hídrico. Resiste el achaparramiento.

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC DE HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERÍSTICAS
VS-529	Resultado de recombinar siete líneas de cada variedad VS-521 y V-524 1989	2.5	55	115	4	5.5	Temporal con 700 a 1000	Si	Tolera el déficit hídrico. La mazorca es cilíndrica, con una longitud de 17 cm, de diámetro 5 cm y con 14 hileras de grano. El grano mide 1.2 cm, 0.9 cm de ancho, de textura semidentado y color blanco.
V-530	Resultado del segundo ciclo de selección recurrente de hermanos completos de población de maíz Tuxtepeco Tropical Cristalino 1989	2.1	54	90	4	5	Temporal y riego	Si	Planta baja resistente al acame. Mazorca cilíndrica y mediana, con buena cobertura, 14 hileras y un 83% de grano. El grano es blanco y semicristalino.
V-531 (Iguala)	Es la población "La Posta" de la raza Tuxtepeco 1990	2.5	57	115 - 120	4.6	6	Temporal mayor a 800mm	Si	Buena calidad de tallo. Mazorca cilíndrica, con una longitud media de 18cm, diámetro de 5.2 cm, 16 hileras de grano y un 84% de grano. El grano mide 1.3 cm, 0.8 cm de ancho, de textura semidentado y color blanco.
V-532	Formado con un ciclo de selección recurrente de hermanos completos en la población Tuxtepeco Tropical cristalino. 1990	1.7	59	120 - 130	3.5	5.6	Temporal y riego	Si	Tolera el envejecimiento del grano y las plagas de almacén. Mazorca cilíndrica, con 14 a 16 hileras, de 14 a 16 cm de longitud, el grano es blanco, cristalino, con un ancho de 8 mm, largo de 10 mm y espesor de 4mm. Resistente al acame, tolera el achaparramiento.

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (cm)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLOGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC DE HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERISTICAS
V-533	Criollos de la Península de Yucatán, 1990	3	72	130 - 140	1.5	2.5	Temporal	Si	Tolerante al acame. La mazorca tiene un 88% de grano, cilíndrica, con 10 a 12 hileras, 14 cm de longitud, diámetro de 3 a 4 mm y con un peso de 91 a 126 g en promedio. El grano es amarillo, semicristalino, con un ancho de 7 a 9mm y largo de 8 a 10 mm
V-534 Ocoocaua	Derivada del segundo ciclo de selección recurrente de hermanos completos en la población sintético tropical dentado 1989	2	58	110	5.3	6.8	Temporal en regiones con 110 a 125 días de estación de crecimiento y con una precipitación de entre 650 y 850 mm y un periodo de sequía intraestival menor de 20 días.	Si	La mazorca mide 17 cm de diámetro 6 cm, con 14 hileras y un 84% de grano. Tiene de 400 a 500 granos por mazorca. El grano mide 13mm, de ancho 10mm, espesor de 4, de color blanco y textura semicristalina. Es moderadamente tolerante con la cenicilla vellosa
V5-535	Son 12 líneas de los programas de mejoramiento genético de las razas Tuxteño y Celaya 1990	2.6	58	120	4.9	6.5	Temporal con mas de 850 mm	Si	productor de elote y con calidad forrajera. La mazorca mide 21 c., diámetro de 5.5 cm, con 14 hileras de grano y es cilíndrica. El grano tiene una longitud de 1.4 cm, un ancho de 11 cm, de textura semidura y color blanco. Tolerancia mildiú y tizones de la hoja
V5-536	Se formó con la recombinación genética de ocho líneas endogámicas 1991	2.5	55	90 - 100	5	6	Temporal y riego	Si	Tolera el acame. Tiene buena cobertura de mazorca la cual es cilíndrica con 14 hileras y 83% de grano, el cual es blanco y de tipo dentado. Tolera el achaparramiento.

NOMBRE DEL GENOTIPO	PROGENITORES / AÑO DE LIBERACION	ALTURA DE LA PLANTA (m)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLOGICA	RENDIMIENTO COMERCIAL MEDIO (ton/ha)	RENDIM. POTENCIAL (ton/ha)	CONDIC. DE HUMEDAD	¿EN USO?	CARACTERÍSTICAS
"Bolita Sequia"	Los maíces criollos de la raza Bolita 1995	2.2	62	28	3.3	4.5	Temporal	Si	Tolera sequia intraestival. Buena productora de forraje y grano. La mazorca mide 17 cm, 5 cm de diámetro, 12 hileras de grano y 235 g de peso promedio. El grano es blanco, dentado y semicristalino.
VS-550	Se obtuvo de cruza múltiple entre líneas derivadas de variedades cubanas 1956	2.5	65	135	2	3.5	Temporal	No	Mazorca cilíndrica, el grano es amarillo y cristalino
VS-550 A	Se obtuvo a partir de cruza entre plantas de la variedad sintética VS-550 1958	2.2	60	110 - 130	2	3	Temporal	No	La mazorca es cilíndrica, el grano es amarillo y dentado
VS-551	Formada con 9 líneas derivadas de origen Tuxtepec 1958	-----	-----	-----	-----	-----	Temporal	No	Las plantas son altas, su ciclo a madurez es tardío. Mazorcas cilíndricas, de grano blanco y dentado.



ANEXO III



SECRETARIA DE COMERCIO  
Y  
FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA MEXICANA

NMX-FF-034-1995-SCFI

PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS CEREALES -  
MAIZ (*Zea mays* L.) - ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA

NON INDUSTRIALIZED FOOD PRODUCTS - CEREALES-CORN (*Zea mays* L.) -  
SPECIFICATIONS AND TEST METHODS

DIRECCION GENERAL DE NORMAS



SECOFI - DGN

NMX-FF-034-1995-SCFI

## P R E F A C I O

En la elaboración de la presente norma, participaron las siguientes empresas e instituciones:

- ALMACENES NACIONALES DE DEPÓSITO
- B A N C O M E X T
- C O N A S U P O
- CONFEDERACIÓN NACIONAL DE PRODUCTORES AGRÍCOLAS DE MAÍZ DE MÉXICO DE LA CONFEDERACIÓN NACIONAL CAMPESINA
- CÁMARA NACIONAL DEL MAÍZ INDUSTRIALIZADO
- COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN NACIONAL DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES
- COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN NACIONAL DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS PECUARIOS Y FORESTALES
- PROCURADURÍA FEDERAL DEL CONSUMIDOR  
Laboratorio
- UNIÓN NACIONAL DE PRODUCTORES DE MAÍZ DE LA CONFEDERACIÓN NACIONAL DE PROPIETARIOS RURALES
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y DESARROLLO RURAL  
Dirección General de Política Agrícola  
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias
- SECRETARÍA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL  
Dirección General de Productos Básicos y Enlace Sectorial  
Dirección General de Negociaciones Agropecuarias



## NMX-FF-034-1995-SCFI

SECOFI - DGN

**PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS CEREALES -  
MAIZ (*Zea mays* L.) - ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA****NON INDUSTRIALIZED FOOD PRODUCTS - CEREALES-CORN (*Zea mays* L.) -  
SPECIFICATIONS AND TEST METHODS**

(CANCELA A LA NMX-FF-34-1982)

**1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION****1.1 Objetivo**

Esta Norma Mexicana establece las especificaciones que debe reunir el maíz *Zea mays* L.

**1.2 Campo de aplicación**

Las características establecidas en esta norma se aplican en la comercialización del maíz en el territorio nacional.

**2 REFERENCIAS**

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Mexicanas vigentes:

NMX-B-231	Cribas para clasificación de materiales granulares.
NMX-Z-012/1	Muestreo para la inspección por atributos parte 1 - Información general y aplicaciones.
NMX-Z-012/2	Muestreo para la inspección por atributos Parte 2 - Métodos de muestreo, tablas y gráficas.
NMX-Z-012/3	Muestreo para la inspección por atributos Parte 3 - Regla de cálculo para la determinación de planes de muestreo.
NMX-Y-111	Muestreo de alimentos balanceados e ingredientes mayores para animales.



SECOFI - DGN

### 3 DEFINICIONES

Para los efectos de la presente norma se aplican las siguientes definiciones:

#### 3.1 Densidad

Es el contenido de masa en un volumen y se expresa en kilogramos por hectólitro (kg/hl). También se le conoce como masa hectolítrica (peso hectolítrico).

#### 3.2 Granos dañados

Granos enteros y sus partes que han sufrido alteraciones físicas o químicas (externas o internas), como resultado de las acciones de calor, hongos, insectos, roedores u otros agentes nocivos.

#### 3.3 Granos dañados por calor

Granos de maíz y sus partes que presenten una coloración café oscura o negruzca originada por calentamiento. Se considera dentro de este daño a los granos que presenten dicha coloración aunque sólo sea en el germen o embrión (centro del grano).

#### 3.4 Granos dañados por hongos

Granos de maíz y sus partes que presenten en la superficie (cutícula o pericarpio), en el germen o embrión y/o en el resto del grano (endospermo) afectación parcial o total por desarrollo de microorganismos de campo y/o de almacén. Dicha afectación generalmente se caracteriza por una coloración azulosa, negruzca, verduzca, anaranjada o amarillenta y su apariencia suele ser lamosa o algodonosa.

#### 3.5 Granos dañados por insectos

Granos de maíz y sus partes que presenten perforaciones o galerías originadas por insectos de campo y/o almacén.

#### 3.6 Granos dañados por roedores

Granos de maíz y sus partes que muestran en su apariencia las dentelladas o mordiscos de roedores.

#### 3.7 Granos dañados por condiciones climatológicas (Otros daños)

Daños producidos por las condiciones climatológicas (lluvias, granizadas o sequías), dando como resultado granos chupados, germinados, manchados y podridos, entre otros.



SECOFI - DGN

3.8 Granos quebrados

Granos que carecen de alguna de sus partes, originados en la cosecha y manejo del maíz.

3.9 Humedad

Es el agua que contiene el maíz, expresada en porcentaje de masa sobre base húmeda.

3.10 Impurezas

Cualquier cuerpo o material extraño distinto al grano de maíz (incluyendo olores u otras partes de la planta) y las partes de granos de maíz que pasen a través de una criba de orificios circulares de 4,76 mm de diámetro.

3.11 Maíz

Es el grano obtenido de la especie *Zea mays* L.

3.12 Maíz duro (córneo)

Grano que tiene un aspecto vítreo y con superficie lisa, cuyo endospermo córneo (parte interna independiente de la cubierta y del embrión), constituye más del 60% en base seca del grano.

3.13 Maíz suave (harinoso)

Grano con porción interna (endospermo) de aspecto predominantemente almidonoso y opaco, que presenta una hendidura en la parte superior; el endospermo harinoso constituye más del 40% en base seca del grano.

3.14 Maíz semidentado (semiduro)

Grano con características intermedias a las del duro y del harinoso.

3.15 Muestra compuesta

Es la cantidad total o global de granos que se obtiene reuniendo y mezclando las muestras primarias extraídas de un lote.

3.16 Muestra primaria

Cantidad de granos que se extrae en un momento dado y en única posición o punto de muestreo de un lote, en el interior de una bodega o silo, en un



SECOFI - DGN

transporte marítimo o terrestre, o en algún momento, en un punto de un transportador cualquiera, que conduzca granos en una maniobra de carga o descarga mecanizada.

3.17 Muestra representativa

Es la cantidad de granos que se obtiene por reducción de la muestra compuesta y que representa en sí todo un lote.

3.18 Maíz blanco extra

Maíz con un mínimo de 98% de granos blancos incluyendo granos cremosos, pajizos, grisáceos o rosados y con un máximo de 2% de granos amarillos.

3.19 Maíz blanco

Maíz con un mínimo de 88% de granos blancos, incluyendo granos cremosos, pajizos, grisáceos o rosados y con un máximo de 12% de granos de otros colores, dentro del cual no debe haber más de 3% de granos rojos, azules o morados; en este último porcentaje no debe haber más de 2% de granos morados.

3.20 Maíz amarillo

Maíz que contiene un mínimo de 95% de granos amarillos y un máximo de 5% de granos de otros colores; en este último porcentaje no debe haber más de 4% de granos morados.

3.21 Maíz mezclado

Maíz que no corresponde a ninguna de las clases anteriores, el cual puede incluir granos pintos, rojos, azules, morados y otros.

4 CLASIFICACION

4.1 Clasificación

El maíz objeto de esta norma se clasifica en cuatro grados de calidad.

- México 1
- México 2
- México 3
- México 4

4.2 Designación



SECOFI - DGN

El maíz en todos sus grados de calidad se designa de acuerdo a su color en las clases siguientes:

Blanco Extra,  
Blanco,  
Amarillo y  
Mezclado

## 5 ESPECIFICACIONES

Todos los grados de calidad y clases incluidas en esta norma, deben cumplir con las siguientes especificaciones:

### 5.1 Olor

El característico al grano de maíz sano, seco y limpio. En ningún grado de calidad se permite el maíz que presente olores de humedad, fermentación, rancidez, enmohecido o cualquier otro olor extraño, esto se determina de acuerdo al método descrito en el inciso 7.1.

### 5.2 Humedad

La clasificación del maíz puede realizarse con diferentes niveles de humedad, sin embargo se considera que el contenido de humedad adecuado para permitir el manejo, conservación y almacenamiento del maíz, es del 14%. Esto se determina de acuerdo al método descrito en el punto 7.3.

TABLA 1.- Especificaciones del maíz

Parámetros	México 1	México 2	México 3	México 4	Método de prueba véase
Densidad (kg/hl) (mínimo)	72	71	70	66	inciso 7.4
Impurezas (%) (máximo)	1	2	3	4	inciso 7.2
Daños por calor (%) (máximo)	1	2	3	4	inciso 7.5
Granos quebrados (%) (máximo)	2	3	5	7	inciso 7.2
Suma de daños (%) (máximo)	3	5	7	10	inciso 7.5



SECOFI - DGN

Notas a la tabla 1:

- (1) Los porcentajes (%) se refieren exclusivamente a su relación con la masa.
- (2) El parámetro Suma de granos dañados incluye los daños por calor, hongos, insectos, roedores y otros daños.
- (3) Véase Apéndice B.
- (4) Véase Apéndice A ( informativo).

## 6 MUESTREO

El muestreo del producto puede establecerse de común acuerdo entre el vendedor y el comprador. A falta de este acuerdo, se recomienda seguir los procedimientos de las Normas Mexicanas NMX-Z-012, NMX-Y-111 (Véase 2 Referencias) o el procedimiento que se describe a continuación:

### 6.1 Material

- Bolsas de lona, polietileno y/o papel Kraft,
- Etiquetas de identificación de muestreo,
- Engrapadora, grapas,
- Ligas.

### 6.2 Instrumentos

- Calador o muestreador cónico de mano,
- Homogeneizador divisor para granos tipo Boerner,
- Sonda de alvéolos de 11, 16 y 20 alvéolos separados o continuos,
- Muestreador neumático,
- Sonda de profundidad.

NOTA 4- Todos los instrumentos de medición deben estar calibrados por un laboratorio acreditado ante el Sistema Nacional de Calibración (S.N.C.).

### 6.3 Procedimiento para tomar muestras

#### 6.3.1 Granel en reposo

Para realizar el muestreo se debe seguir un esquema general que consiste en extraer porciones de grano en las cuatro esquinas de un cuadro o rectángulo imaginario y en el punto central del mismo, en función de los siguientes aspectos:

- Dimensión del granel;
- Profundidad del granel;
- Tonelaje del granel;





SECOFI - DGN

- Tipo de vehículo;
- Diseño de la instalación del almacén;
- Condición de calidad del producto.

#### 6.3.2 Producto envasado

Para realizar el muestreo se debe seguir un esquema general trazando imaginariamente una trayectoria en zig zag, la cual debe abarcar toda la altura de cada una de las caras visibles de la estiba en la bodega o vehículo, cubriendo desde el primero hasta el último tendido .

#### 6.4 Preparación de la muestra

La muestra representativa ( véase 3.17 ) para realizar el análisis se homogeneiza y se divide, ya sea por cuarteo manual, o por subdivisiones, utilizando un homogeneizador y obtener las siguientes submuestras: 1 000 g para determinar impurezas, granos quebrados, plagas y excretas; 250 g para determinar humedad y 1 000 g para determinar densidad.

NOTA 5- La toma de la muestra representativa se debe realizar por duplicado, una de ellas se utiliza para efectuar el análisis y la otra, para muestra de referencia o archivo que se utiliza en caso de controversia, esta muestra se debe guardar en un envase adecuado que le permita conservar sus características de calidad.

## 7 METODOS DE PRUEBA

Para verificar las especificaciones del producto objeto de esta norma, deben aplicarse los métodos de prueba que se mencionan a continuación:

### 7.1 Olor

Este parámetro se verifica sensorialmente de acuerdo al procedimiento siguiente: El analista procede a la percepción de olor abriendo la bolsa de la muestra representativa, agitando su contenido para que el maíz desprenda el olor que contiene. En ningún grado de calidad se permite el maíz con olor a moho, humedad, fermentación, putrefacción, rancidez, o cualquier otro olor extraño.

### 7.2 Impurezas y granos quebrados

#### 7.2.1 Fundamento

Consiste en la separación y cuantificación de los granos quebrados (granos que carecen de alguna de sus partes) y de las impurezas (cualquier cuerpo o material



SECOFI - DGN

extraño distinto al grano de maíz, incluyendo olotes u otras partes de la planta, que pasen a través de una criba de orificios circulares de 4,76 mm de diámetro), así como todo material que aunque no haya atravesado la criba sea diferente al grano.

7.2.2 Instrumentos

- Balanza granataria con sensibilidad de 0,1 g,
- Balanza analítica con sensibilidad de 0,01 g,
- Criba con orificios circulares de 4,76 mm de diámetro,
- Criba con orificios circulares de 2,38 mm de diámetro,
- Charola de fondo,
- Homogeneizador divisor para granos tipo Boerner,

NOTA 6- Las cribas utilizadas para la determinación de "densidad, impurezas, daños por calor, granos quebrados y granos dañados" deben cubrir los requisitos establecidos en la norma NMX-B-231 (véase 2 Referencias).

NOTA 7- Todos los instrumentos de medición deben estar calibrados por un laboratorio acreditado ante el Sistema Nacional de Calibración (S.N.C.).

7.2.3 Procedimiento

7.2.3.1 Impurezas

Colocar la criba de orificios circulares de 4,76 mm de diámetro sobre la criba de orificios circulares de 2,38 mm y ésta en la charola de fondo. Verter en la criba los 1 000 g de la muestra (véase 6.4). Agitar o zarandear con movimientos oscilatorios y circulares durante un minuto aproximadamente, para facilitar la separación de las impurezas o malezas, semillas de malas yerbas, terrones, plaga y excretas.

Separar manualmente todo aquel material que no haya atravesado la criba de 4,76 mm de diámetro y que sea diferente del grano, integrando esta porción en la charola de fondo. Revisar en la charola de fondo la presencia de insectos y excretas, separarlos y cuantificarlos. Pesar el contenido de la charola de fondo y determinar las impurezas de acuerdo al inciso 7.2.4.

7.2.3.2 Granos quebrados

Para la determinación del "grano quebrado", tomar los granos retenidos en la criba de 2,38 mm de diámetro y cuantificarlos de acuerdo con 7.2.4.



SECOFI - DGN

7.2.4 Resultados de la prueba

$$\% \text{ impurezas} = \frac{\text{masa de las impurezas}}{1\ 000\ \text{g}} \times 100$$

$$\% \text{ granos quebrados} = \frac{\text{masa de granos quebrados}}{1\ 000\ \text{g}} \times 100$$

7.3 Humedad

7.3.1 Fundamento

Es la cantidad de agua contenida en el grano, determinada en base a la conductividad eléctrica del agua.

7.3.2 Instrumentos

- Determinador de humedad electrónico o similar,
- Termómetro de mercurio o digital,

7.3.3 Procedimiento

Calibrar el aparato (determinador de humedad) de acuerdo al manual de operación.

Los 250 g de la submuestra (véase 6.4) se vierten a la tolva de vaciado del determinador de humedad, introducir el termómetro para determinar la temperatura del grano. Vaciar la tolva y ajustar la aguja del cuadrante. Tomar la lectura realizando la corrección respectiva por temperatura y obtener el porcentaje de humedad.

7.3.4 Resultado de la prueba

El resultado debe darse en por ciento (%), expresando hasta una décima de unidad porcentual.

7.4 Densidad

7.4.1 Fundamento

Consiste en determinar la masa del grano por unidad de volumen.



## SECOFI - DGN

## 7.4.2 Material

- Rasero de madera de 30 cm de largo, 5 cm de ancho y 3 mm de espesor.

## 7.4.3 Instrumentos

- Balanza de masa específica (peso específico) o densidad.

## 7.4.4 Procedimiento

Equilibrar la balanza de densidad; verter 1 000 g de maíz (véase 6.4) a la tolva alimentadora; dejando caer libremente el grano al recipiente, rasar sin apretar el grano con tres movimientos en zig zag; colocar el recipiente al fiel de la balanza y determinar la masa específica del grano.

## 7.4.5 Resultado de la prueba

La masa del grano que se obtiene se reporta en kg/hl.

## 7.5 Clasificación del maíz por color y determinación de daños

## 7.5.1 Fundamento

Consiste en determinar la clasificación del maíz por su color así como separar, determinar y cuantificar los daños, defectos y cualquier otro elemento que afecte la calidad del grano.

## 7.5.2 Materiales

- Pinzas de disección,
- Navaja o exacto,
- Lupa.

## 7.5.3 Instrumentos

- Balanza analítica con sensibilidad de 0,01 g.

## 7.5.4 Procedimiento

De la submuestra de 1 000 g que se utilizó para la detección de impurezas y granos quebrados determinar la masa de 100 g de grano limpio (libre de impurezas) y se procede, en forma manual, a la separación de los colores que contenga el maíz. De acuerdo a la clasificación (véase 4.2). Se determina su masa con la balanza analítica.



SECOFI - DG\*

Cada porción de grano se vuelve a integrar a la muestra y se procede a la separación manual de cada uno de los daños, tales como: daños por insectos, calor, hongos, etc.

Calcular la masa de cada uno de los daños identificados por separado con la balanza analítica:

#### 7.5.5 Resultados de la prueba

$$\% \text{ color} = \frac{\text{masa de los granos con igual color en g}}{100 \text{ g}} \times 100$$

$$\% \text{ daños} = \frac{\text{masa de los granos con daño en g}}{100 \text{ g}} \times 100$$

NOTA 8- Esta operación se repite con cada uno de los daños determinados, para informarlos por separado.

#### 7.6 Informe de las pruebas

El informe de resultados debe contener los siguientes datos:

- Identificación completa de la muestra .
- Fecha de la prueba
- Resultados de la prueba
- Observaciones relevantes hechas durante la prueba
- Nombre y firma del analista

## 8 APENDICE

Los granos de maíz destinados al consumo humano y pecuario, en ningún caso deben aceptarse con evidencias de haber sido tratados para semilla de siembra, ni con aplicaciones de plaguicidas, fungicidas, insecticidas u otros productos químicos que se encuentren fuera de la normatividad sanitaria de la "Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST)"; sólo se aceptan los productos químicos expresamente autorizados para fines de conservación. El maíz tampoco debe contener ninguna excreta de roedor u otro animal, ni semillas tóxicas que pongan en riesgo la salud humana.



SECOFI - DGN

Los granos de maíz destinados a consumo humano y pecuario, deben cumplir las tolerancias referentes a aflatoxinas producidas por el hongo *Aspergillus flavus*, determinadas por la Secretaría de Salud en su(s) norma(s) correspondiente(s).

## 9 BIBLIOGRAFIA

Anteproyecto de Norma Internacional del CODEX para maíz, Alinorm 95/29 - Apéndice VIII.

Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana "Cereales y sus Productos- Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutricionales - Capítulo 1 - Control de aflatoxinas en maíz"

Norma Oficial Mexicana de emergencia - NOM- EM - 018-FITO-1995  
"Cuarentena exterior para prevenir la introducción y diseminación de plagas de maíz"

Argentina. Estándar y Normas de comercialización

Canadian Grain Commission, Grain Grading Handbook for Western Canada: August 1, 1993.

CONASUPO. Manual para el control de calidad de productos agropecuarios, propiedad de Conasupo: Marzo, 1995.

Federal Grain Inspection Service, United States Department of Agriculture.

Federal Grain Inspection Service, United States Department of Agriculture. Official United States Standard for Grains. General Provisions. May 1, 1988.

Federal Grain Inspection Service, United States Department of Agriculture. Official United States Standard for Grain. United States Standard for Corn, May 1, 1988.

Federal Grain Inspection Service, United States Department of Agriculture. "Grain Inspection Handbook Book II Corn"

NMX-FF-34-1982 "Productos Alimenticios no Industrializados para Uso Humano - Cereales - Maíz (*Zea mays* L.) - Especificaciones".

NMX - FF - 069 - 1988 " Leguminosas- Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) - Método de prueba".

NOM-008-SCFI-1993 "Sistema general de unidades de medida".



SECOFI - DGN

Programa de Compras No. 74 de CONASUPO.

**10 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES**

Esta norma concuerda parcialmente con el anteproyecto de norma internacional CODEX " Alinorm 95/29" (véase Apéndice A) y tiene concordancia con las normas de calidad de los Estados Unidos de Norteamérica, Canadá y Argentina.

**APENDICE A**

Cabe mencionar que por razones particulares del país, algunas de las especificaciones contempladas en el anteproyecto de norma CODEX, han sido adecuadas en la presente Norma Mexicana, además se han incluido los límites máximos o mínimos respectivos, así como los métodos de prueba, para la verificación de éstos.

**APENDICE B**

Se considera "grado muestra" al maíz que no cumple las especificaciones para los grados de calidad del México 1 al México 4 ó que presenten vidrios, piedras, metales u olores a moho, fermentación, putrefacción, o cualquier otro olor objetable; o excretas; o que su calidad se demerite por cualquier otro motivo.

México, D.F. a, 28 JUL. 1995

LA DIRECTORA GENERAL DE NORMAS

LIC. MA. EUGENIA BRACHO GONZALEZ

  
RGA/EMM/LSP

**NORMA DEL CODEX PARA EL MAÍZ**  
**CODEX STAN 153-1985 (Rev. 1 - 1995)**

El Apéndice de esta norma contiene disposiciones que no habrán de aplicarse conforme al sentido de las disposiciones sobre aceptación que figuran en la sección 4 A 1) b) de los Principios Generales del Codex Alimentarius

**1 AMBITO DE APLICACION**

La presente Norma se aplica al maíz para el consumo humano, es decir, listo para ser utilizado como alimento humano, presentado en forma envasada o vendido suelto directamente del envase al consumidor. En esta Norma se especifican los requisitos para el maíz en grano entero desgranado de tipo dentado, *Zea mays indentata* L., y/o el maíz desgranado de grano duro, *Zea mays indurata* L., o para sus híbridos. No se aplica al maíz elaborado.

**2 DESCRIPCION**

**2.1 Definición del producto**

Por maíz se entienden los granos desgranados de las especies definidas en el ámbito de aplicación.

**3 COMPOSICION ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD**

**3.1 Factores de calidad - Generales**

3.1.1 El maíz deberá ser inocuo y apropiado para el consumo humano.

3.1.2 El maíz deberá estar exento de sabores y olores extraños y de insectos vivos.

3.1.3 El maíz deberá estar exento de suciedad en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana.

**3.2 Factores de calidad - Específicos**

3.2.1 **Contenido de humedad** 15,5% m/m máximo

Para determinados destinos, por razones de clima, duración del transporte y almacenamiento, deberían requerirse límites de humedad más bajos. Se pide a los gobiernos que acepten esta Norma que indiquen y justifiquen los requisitos vigentes en su país.

3.2.2 **Materias extrañas** son los componentes orgánicos e inorgánicos que no sean maíz, granos rotos, otros granos y suciedad.



3.2.2.1 Suciedad con las impurezas de origen animal  
(incluidos insectos muertos) 0,1% m/m máximo

3.2.2.2 Semillas tóxicas o nocivas

Los productos regulados por las disposiciones de esta Norma estarán exentos de las siguientes semillas tóxicas o nocivas, en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana

La crotalaria (*Crotalaria* spp.), la néguilla (*Agrostemma githago* L.), el ricino (*Ricinus communis* L.), el estramonio (*Datura* spp.) y otras semillas, son comúnmente reconocidas como nocivas para la salud.

3.2.2.3 Otras materias orgánicas extrañas que se definen como componentes orgánicos que no sean granos de cereales comestibles (semillas extrañas, tallos, etc.) (1,5% m/m máx.).

3.2.2.4 Materias inorgánicas extrañas que se definen como componentes inorgánicos (piedras, polvo, etc...) (0,5% m/m máx.).

4 CONTAMINANTES

4.1 Metales pesados

El maíz deberá estar exento de metales pesados en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana.

4.2 Residuos de plaguicidas

El maíz deberá ajustarse a los límites máximos para residuos establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para este producto.

4.3 Micotoxinas

El maíz deberá ajustarse a los límites máximos para micotoxinas establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius para este producto.

5. HIGIENE

5.1 Se recomienda que el producto regulado por las disposiciones de esta Norma se prepare y manipule de conformidad con las secciones apropiadas del Código Internacional de Prácticas Recomendado - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969, Rev. 2-1985, Codex Alimentarius Volumen 1B) y otros códigos de prácticas recomendados por la Comisión del Codex Alimentarius que sean pertinentes para este producto.

5.2 En la medida de lo posible, con arreglo a las buenas prácticas de fabricación, el producto estará exento de materias objetables.

- 5.3 Cuando se analice mediante métodos apropiados de muestreo y análisis, el producto:
- deberá estar exento de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud;
  - deberá estar exento de parásitos que puedan representar un peligro para la salud; y
  - no deberá contener ninguna sustancia procedente de microorganismos en cantidades que puedan representar un peligro para la salud.

## 6. ENVASADO

6.1 El mafz deberá envasarse en recipientes que salvaguarden las cualidades higiénicas, nutritivas, tecnológicas y organolépticas del producto.

6.2 Los recipientes, incluido el material de envasado, deberán estar fabricados con sustancias que sean inocuas y adecuadas para el uso al que se destinan. No deberán transmitir al producto ninguna sustancia tóxica ni olores o sabores desagradables.

6.3 Cuando el producto se envase en sacos, éstos deberán estar limpios, ser resistentes, y estar bien cosidos o sellados.

## 7. ETIQUETADO

Además de los requisitos de la Norma General del Codex para el Etiquetado de Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985, Rev. 1-1991, Codex Alimentarius, Volumen 1A) deberán aplicarse las siguientes disposiciones específicas:

### 7.1 Nombre del producto

7.1.1 El nombre del producto que deberá aparecer en la etiqueta será "mafz".

### 7.2 Etiquetado de envases no destinados a la venta al por menor

La información relativa a los envases no destinados a la venta al por menor deberá figurar en el envase o en los documentos que lo acompañen, salvo que el nombre del producto, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o envasador deberán aparecer en el envase. No obstante, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o envasador podrán ser sustituidos por una marca de identificación, siempre que tal marca sea claramente identificable con los documentos que acompañen al envase.

## 8. METODOS DE ANALISIS Y MUESTREO

Véase el Volumen 13 del Codex Alimentarius

APENDICE

En los casos en que figure más de un límite de factor y/o método de análisis se recomienda encarecidamente a los usuarios que especifiquen el límite y método de análisis apropiados.

FACTOR/DESCRIPCION	LIMITE	METODO DE ANALISIS
<b>GRANOS DE OTROS COLORES</b>  en maíz amarillo. El maíz cuyos granos son de color amarillo y/o rojo claro se considera maíz amarillo. El maíz cuyos granos son de color amarillo y rojo oscuro también se considera maíz amarillo, a condición de que el color rojo oscuro cubra menos del 50% de la superficie del grano.  en maíz blanco. El maíz cuyos granos son de color blanco y/o rosa claro se considera maíz blanco. Se considera también maíz blanco aquel cuyos granos son de color blanco o rosa, a condición de que el color rosa cubra menos del 50% de la superficie del grano.	  Máx.: 5,0% en peso de maíz de otros colores          Máx.: 2,0% en peso de maíz de otros colores	  Examen visual

FACTOR/DESCRIPCION	LIMITE	METODO DE ANALISIS
<b>GRANOS DE OTROS COLORES (CONT.)</b>  en maíz rojo. El maíz cuyos granos son de color rosa y blanco o rojo oscuro y amarillo se considera maíz rojo, a condición de que el color rosa o rojo oscuro cubra el 50% o más de la superficie del grano.  maíz mezclado	Máx.: 5,0% en peso de maíz de otros colores	Examen visual
<b>GRANOS DE OTRAS FORMAS</b>  en maíz de grano duro  en maíz dentado  maíz de grano duro y de tipo dentado	Máx.: 5,0% en peso de maíz de otras formas  Máx.: 5,0% en peso de maíz de otras formas  ESCALA: 5,0% a 95% en peso de maíz de grano duro	Examen visual

FACTOR/DESCRIPCION	LIMITE	METODO DE ANALISIS
<b>DEFECTOS</b>		Examen visual
granos defectuosos: granos dañados por insectos o gusanos, granos manchados, infectados, descoloridos, germinados, afectados por las heladas o dañados materialmente de otra manera	Máx.: 7,0% del cual los granos infectados no deben exceder del 0,5%	
granos rotos	Máx.: 6,0%	ISO 5223-1983 (tamiz de metal de 4,50 mm)
otros granos	Máx.: 2,0%	Examen visual

## Estándares de Calidad de los Estados Unidos de Norteamérica para el Maíz

### Definición de Términos

#### 810.401 Definición del maíz

Grano que consiste del 50% o más de grano de maíz entero de maíz y/o cristallino (Zea mays, L.) y que no contenga más del 10% de otros granos para los cuales se han establecido estándares específicos en el Acta de Estándares para Granos de los Estados Unidos de Norteamérica.

#### 810.402 Definición de otros términos

(a) Maíz quebrado. Todo el material que pase libremente a través de una malla 12/64 de orificios circulares sobre una malla 6/64 de orificios circulares de acuerdo a los procedimientos descritos por el Servicio Federal de Inspección de Granos (Federal Grain Inspection Service - FCIS).

(b) Maíz quebrado y material extraño. Todo el material que pase libremente a través de una malla 12/64 de orificios circulares y todo aquellos materiales diferentes al maíz que permanezcan en la muestra tamizada después de realizado el tamizado de acuerdo a procedimiento descrito por FCIS.

(c) Clases. Existen 3 clases de maíz: maíz amarillo, maíz blanco, y maíz mezclado.

(1) Maíz amarillo: El maíz de color amarillo y que contenga no más del 5% de maíces de otros colores. Los granos de color amarillo con un ligero tinte rojo son considerados maíz amarillo.

(2) Maíz blanco: Maíz de color blanco y que no contenga más del 2% de maíces de otro color. El maíz blanco con ligeros tintes pajizos o rosados es considerado maíz blanco.

(3) Maíz mezclado: Es el maíz que no cumple los requisitos de color del maíz amarillo o maíz blanco y que incluye a los maíces amarillos de punta blanca.

(d) Granos dañados: Granos y pedazos de

endospermo de maíz que se encuentren seriamente dañados por la desgranadora, sequeamiento, por factores climáticos, por enfermedad, por congelación, que presente el grano dañado, daño por calor, daños por insectos barrenadores, daños por hongos, gormidos, u otros que se presenten materialmente dañados.

(e) Material extraño: Es todo material que pase libremente a través de una malla 6/64 de orificios circulares y todo aquel material diferente al maíz que se retenga sobre una malla 12/64 de orificios circulares de acuerdo a los procedimientos descritos por FCIS.

(f) Granos dañados por calor: Granos y trozos de granos que se encuentren materialmente deteriorados y dañados por calor.

### (g) Mallas

(1) Malla 12/64 de orificios circulares. Malla metálica de 0.037 pulgadas de grueso con perforaciones circulares de 0.1875 (12/64) pulgadas de diámetro y que se encuentren separadas 5/32 pulgadas de centro a centro. Las perforaciones de cada fila deberán estar alternadas en relación a la siguiente fila.

(2) Malla 6/64 de orificios circulares. Malla metálica de 0.037 pulgadas de grueso con perforaciones circulares de 0.0937 (6/64) pulgadas de diámetro y que se encuentren separadas 5/32 pulgadas de centro a centro. Las perforaciones de cada fila deberán estar alternadas en relación a la siguiente fila.

### Principios para la Aplicación de los Estándares

#### 810.403 Bases para la determinación

La determinación de clase, granos dañados, granos dañados por calor, maíz ceroso, maíz cristallino y dentado se realizará después de que eliminen los granos quebrados y material extraño. Otras determinaciones no especificadas bajo los lineamientos generales se harán sobre la base del grano como un

todo, con excepción de la determinación de olor que se hará sobre la base del grano como un todo o como grano libre de maíz quebrado y material extraño.

### Grados y Factores para la Determinación de Grados

Grado	Peso promedio (libras)	Granos dañados		Maíz quebrado y material extraño (%)
		Granos dañados por calor (%)	Total (%)	
U.S. No 1	36.0	0.1	3.0	7.0
U.S. No 2	34.0	0.2	5.0	10.0
U.S. No 3	32.0	0.5	7.0	4.0
U.S. No 4	49.0	1.0	10.0	5.0
U.S. No 5	48.0	3.0	15.0	7.0

### Maíz U.S. Grado Muestra:

(a) Maíz que no cumple con los requisitos para los grados U.S. No. 1, 2, 3, 4 o 5.

(b) Que contenga piezas que excedan en 0.1% el peso de la muestra; 2 o más piezas de vidrio; 3 o

más de semillas de *Gouardia* spp., 2 o más semillas de *Ricinus communis*, L., 4 o más partículas de sustancia(s) desconocidas, o una(s) sustancia(s) comúnmente reconocida(s) (comidiales) o tóxicas(s). 8 o más semillas de *Xanthium* spp. o semillas similares individualmente mezcladas, o con excremento animal que tu pesen el 0.2% en 1,000 gramos, o

(c) Prevenir olor a moho, hedor, o comercialmente objetable, o

(d) Que presente calor metabólico o cualquier otro indicio que lo distinga como de baja calidad

Grados especiales y Requerimientos para Grados Especiales

810.405 Grados especiales y requerimientos para grados especiales.

(a) Maíz cristallino. Maíz que contenga del 95% más de maíz cristallino.

(b) Maíz cristallino y dentado. Maíz que consista de una mezcla de maíz cristallino y dentado que contenga más del 5%, pero menor al 95% de maíz cristallino.

(c) Maíz ceroso. Maíz que consista del 95% o más de ceroso de acuerdo a los procedimientos descritos en FCIS.

Fuente: Grain Inspection, Packers and Stockyards Administration, U.S. Department of Agriculture, Internet