

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Cultivo De Maíz (*Zea mays* L.) y Variedades Comerciales En El Bajío De Guanajuato

Por:

ALEJANDRO ROJO GARCÍA

MONOGRAFIA

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener El Título De:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Octubre, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Cultivo De Maíz (Zea mays L.) y Variedades Comerciales En El Bajío De Guanajuato

Por:

ALEJANDRO ROJO GARCÍA

MONOGRAFIA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Ing. Raúl Gándara Huitrón
Asesor Principal



Ing. Gerardo Rodríguez Galindo
Coasesor



Ing. Gustavo Alfonso Burciaga Vera
Coasesor



Dr. Jerónimo Landeros Flores
Coordinador Interino de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Octubre, 2022

Derechos de Autor y Declaración de no plagio

Todo material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor de los Estados Unidos Mexicanos, y pertenece al autor principal quien es el responsable directo y jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente. Así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Por lo anterior nos responsabilizamos de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaramos que este trabajo no ha sido previamente presentado en ninguna otra institución educativa, organización, medio público o privado.

Autor principal

Alejandro Rojo

Alejandro Rojo García

Firma y Nombre

DEDICATORIA

A mis padres

Agradezco de todo corazón a mis padres por haberme dado la vida y me hayan ayudado en esta etapa de mi vida para lograr ser lo que soy y para cumplir mi meta al igual por darme sus buenos consejos desde que era niño por haberme llevado por un buen camino y ser lo que hora soy.

Mil gracias a todos sus sacrificios y esfuerzos que hicieron por mi sin importarles nada por darme mi estudio.

A mis hermanos

Le agradezco de corazón a mis hermanos por sus consejos, por sus regaños que me llevaron a terminar mi carrera y siempre estuvieron conmigo en las buenas y malas.

A mis amigos

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

Al ingeniero

Le agradezco al ingeniero Raúl Gándara por haberme apoyado en la elaboración de mi monografía y que es un buen maestro y amigo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios sobre todo por haberme dado la vida y darme salud en todo momento, por haberme puesto a buenas personas en mi camino y guiarme por el buen camino.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme dado el estudio y acojo que necesitaba por haberme forjado como hombre.

A mi padre Jaime Rojo por su apoyo y sustento para lograr mis metas profesionales.

A mi madre Ana Bertha García por su apoyo emocional y motivación.

A mi hermana Susana, Gabriela y Jaime por su compañía y experiencias.

A mi familia por haberme dado sus consejos para que siguiera adelante.

A mis amigos por sus buenos consejos que me dieron y siempre me acompañaron en todo momento.

Al Ingeniero Raúl Gándara por haberme apoyado a realizar mi trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
INDICE DE CONTENIDO.....	vi
INDICE DE FIGURAS Y CUADROS.....	xii
RESUMEN.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	6
Objetivos específicos.....	6
METAS.....	6
DESARROLLO.....	7
Difusión del maíz.....	13
EL CULTIVO DE MAÍZ.....	14
Preparación del terreno.....	14
Subsoleo.....	14
Barbecho.....	15
Rastreo.....	17
Surcado.....	18
Trazo de Riego.....	19
Variedades.....	20
Época de siembra.....	21
Método y densidad de siembra.....	22

Fertilización.....	23
Riegos.....	24
Labores de cultivo.....	25
Plagas.....	27
Medidas de control.....	30
Control cultural.....	30
Control mecánico.....	32
Cosecha.....	34
Conservación de grano.....	35
Contenido de humedad.....	36
Temperatura.....	36
FECHAS DE SIEMBRA.....	37
CARACTERISTICAS TAXONOMICAS Y MORFOLOGICAS DEL MAÍZ.....	38
Clasificación Botánica del Maíz.....	38
Botánica.....	40
Raíces.....	40
Tallo.....	43
Hojas.....	44
Inflorescencia.....	44
La inflorescencia masculina.....	45
La inflorescencia femenina.....	45
Semilla.....	46

CARACTERISTICAS DE LA PLANTA DE MAÍZ.....	48
Plantas con tolerancia al acame.....	48
Plantas tolerantes a insectos.....	48
Tolerancia a enfermedades.....	49
EL CULTIVO DE MAÍZ EN EL BAJÍO DE GUANAJUATO.....	50
Ubicación.....	50
Fisiografía.....	51
Climas.....	52
Temperatura.....	53
Distribución de la precipitación.....	54
Suelos dominantes.....	55
Vegetación y agricultura.....	56
Ciclo agrícola.....	57
Descripción del área.....	57
Preparación del terreno.....	58
Cultivo de maíz de riego.....	59
Cultivo de maíz de temporal.....	60
Cultivo de maíz punta de riego.....	60
Siembra y profundidad de siembra.....	60
Cultivo de maíz de riego.....	61
Cultivo de maíz de temporal.....	61
Cultivo de maíz punta de riego.....	62
Fecha de siembra.....	63

Cultivo de maíz de riego.....	63
Cultivo de maíz de temporal.....	63
Cultivo de maíz punta de riego.....	63
Densidad de siembra	64
Cultivo de maíz de riego.....	64
Cultivo de maíz de temporal.....	64
Cultivo de maíz punta de riego.....	64
Riegos.....	65
Cultivo de maíz de riego.....	65
Cultivo de maíz de temporal.....	66
Cultivo de maíz punta de riego.....	67
Fertilización.....	67
Cultivo de maíz de riego.....	69
Cultivo de maíz de temporal.....	70
Cultivo de maíz punta de riego.....	71
Biofertilización.....	71
Cultivo de maíz de riego.....	71
Cultivo de maíz de temporal.....	72
Cultivo de maíz punta de riego.....	73
Fertilización foliar.....	74
Cultivo de maíz de riego.....	74
Cultivo de maíz de temporal.....	74
Cultivo de maíz punta de riego.....	74

Numero de cultivos.....	75
Control de maleza.....	76
Herbicidas químicos.....	77
Herbicidas orgánicos.....	77
Cultivo de maíz de riego.....	79
Cultivo de maíz de temporal.....	79
Cultivo de maíz punta de riego.....	79
Control de plagas y enfermedades.....	81
Insecticidas.....	81
Insecticidas químicos.....	82
Insecticidas orgánicos.....	83
Quema controlada.....	84
Cultivo de maíz de riego.....	85
Cultivo de maíz de temporal.....	85
Cultivo de maíz punta de riego.....	86
Cosecha.....	87
Cultivo de maíz de riego.....	87
Cultivo de maíz de temporal.....	87
Cultivo de maíz punta de riego.....	88
Rendimiento esperado.....	88
Cultivo de maíz de riego.....	88
Cultivo de maíz de temporal.....	88
Cultivo de maíz punta de riego.....	88

VARIETADES DE MAÍZ EN EL BAJÍO DE GUANAJUATO.....	90
Híbridos y variedades cultivo de maíz de riego.....	90
Híbridos y variedades en el cultivo de maíz punta de riego.....	91
Híbridos y variedades en el maíz de temporal.....	92
CONCLUSIONES.....	93
BIBLIOGRAFIA.....	94

ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS

Cuadro 1. Superficie sembrada y cosechada de cultivos agrícolas en Guanajuato.....	5
Cuadro 2. Riego y lamina de riego.....	24
Cuadro 3. Control de plagas.....	29
Cuadro 4. Clasificación del género Zea de la Tribu Maydeae del hemisferio occidental y el género Tripsacum.....	38
Cuadro 5. Híbridos y variedades del cultivo de maíz de riego.....	90
Cuadro 6. Híbridos y variedades del cultivo de maíz punta de riego.....	91
Cuadro 7. Híbridos y variedades del cultivo de maíz de temporal.....	92
Figura 1. Participación en producción mundial de maíz.....	2
Figura 2. Producción mundial de maíz, 2005-2006.....	2
Figura 3. Principales exportadores de maiz.....	3
Figura 4. Principales importadores de maíz.....	4
Figura 5. Principales consumidores de maíz.....	4
Figura 6. Teorías relacionadas con la evolución del maíz.....	7
Figura 7. Posible origen híbrido del maíz con duplicación de los cromosomas.....	8
Figura 8. Mapa de México con las localizaciones de los centros de origen-domesticación y los centros de diversificación primaria del maíz.....	11
Figura 9. Morfología del teosinte y el maíz.....	12

Figura 10. Subsoleo de suelo compactado.....	14
Figura 11. Barbecho para siembra de maíz forrajero.....	16
Figura 12. Rastreo de suelo para siembra de maíz forrajero.....	17
Figura 13. Surcado de terreno para siembra de maíz forrajero.....	18
Figura 14. Trazo de riego por melgas con bordeadora.....	19
Figura 15. Siembra de maíz forrajero con maquinaria.....	21
Figura 16. Preparación de terreno.....	26
Figura 17. Medidas de control.....	31
Figura 18. Control químico en el cultivo de maíz.....	33
Figura 19. Control mecánico en el cultivo de maíz.....	33
Figura 20. Siembra de maíz.....	37
Figura 21. Raíz de maíz.....	42
Figura 22. Tallo de maíz.....	43
Figura 23. Hojas de maíz.....	44
Figura 24. Inflorescencia femenina del maíz.....	46
Figura 25. Morfología de semilla del maíz.....	47
Figura 26. Morfología de la semilla de maíz.....	47
Figura 27. Ubicación del estado de Guanajuato.....	50
Figura 28. Fisiografía del estado de Guanajuato.....	51
Figura 29. Climas del estado de Guanajuato.....	52
Figura 30. Temperaturas medias anuales del estado de Guanajuato.....	53
Figura 31. Distribución de la precipitación del estado de Guanajuato.....	54

Figura 32. Suelos dominantes del estado de Guanajuato.....	55
Figura 33. Vegetación y agricultura del estado de Guanajuato.....	56
Figura 34. Cultivo de maíz.....	57
Figura 35. Preparación de surco.....	58
Figura 36. Arado y rastreado.....	58
Figura 37. Riego rodado.....	59
Figura 38. Riego antes de sembrar.....	62
Figura 39. Densidad de siembra en el cultivo de maíz.....	64
Figura 40. Riego rodado en el cultivo de maíz.....	65
Figura 41. Riego rodado.....	66
Figura 42. Cultivo de maíz de temporal.....	66
Figura 43. Riego.....	67
Figura 44. Fertilización en cultivo de maíz.....	68
Figura 45. Fertilización mecánica.....	69
Figura 46. Reformación de camas.....	75
Figura 47. Trazo reafirmado.....	75
Figura 48. Control de maleza.....	76
Figura 49. Unidades de producción que emplean herbicidas.....	78
Figura 50. Aplicación de herbicidas.....	80
Figura 51. Unidades de producción que emplean insecticidas.....	81
Figura 52. Superficie que emplea herbicidas químicos.....	82
Figura 53. Superficie que emplea herbicidas orgánicos.....	83
Figura 54. Superficie que emplea quema controlada.....	84
Figura 55. Trilla de maíz.....	89
Figura 56. Rendimiento del cultivo.....	89

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue describir las prácticas agrícolas del cultivo de maíz e identificar diferentes variedades comerciales que son comúnmente utilizadas en la región para reflejar el contexto de este cultivo en Guanajuato, México. El maíz es uno de los cultivos básicos más importantes y extendidos en todo el mundo, constituye una de las fuentes principales de alimento de millones de personas, sobre todo en América y Asia, se trata de una de las primeras plantas que se domesticaron y se difundieron por todo el mundo. México ocupa el 7° lugar en producción mundial de maíz. El estado de Guanajuato cuenta con una gran superficie para la producción de grano de maíz, sin embargo, es considerado una región semi árida. En el presente estudio se exponen las prácticas agrícolas del cultivo de maíz temporal, de riego y punta de riego también se muestran las variedades comúnmente utilizadas en la región. Del total de maíz utilizado en el país, 59 por ciento se consume en tortillas, 36 por ciento se destina para animales o semillas y el 5 por ciento es procesado por la industria almidonera. Las diferentes prácticas agrícolas, la adopción de tecnología y variedades que se han utilizado en la región sustentan la estabilidad de la producción, sin en cambio es necesario aplicar estrategias y técnicas innovadoras que permitan alcanzar rendimientos esperados.

Palabras clave: Maíz, Zea mays, Prácticas agrícolas, Variedades, Bajío

INTRODUCCIÓN

El maíz, pertenece a la familia de las Pomáceas o Gramíneas y es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen, es una planta que fue domesticada hace miles de años y es altamente productiva no llega a crecer en forma salvaje por eso depende de la mano del ser humano para su producción (SAGARPA, 2018).

Se considera que el maíz fue cultivado hace aproximadamente 10 mil años a.c. la evidencia más antigua que se tiene es de hace 6,250 años en México (SAGARPA, 2018).

En México se cree que se concentra el mayor número de razas de maíz; Cónico, Reventador, Tuxpeño, Chalqueño, Zapalote Chico, Apachito. Son solo algunas de las más de 50 razas de maíces que forman parte de nuestra alimentación diaria, en la actualidad son utilizadas como forraje para la ganadería (CONABIO, 2020).

El cultivo de maíz es uno de los cultivos más importantes o el más importante de México desde el punto de vista económico, alimentario, social y político (SIAP, 2007).

Los pequeños productores de maíz aportan un 60% de la producción que al unirse con los medianos productores suman un 91% de la superficie sembrada que esto quiere decir que aportan alrededor del 75% de la superficie que se siembra en el país y que tiene un rendimiento de 3.17 toneladas por hectárea (SAGARPA, 2020).

El maíz se esparció de su centro de origen desde México a varias partes del mundo como estados unidos de América, Canadá, el Caribe, Europa, Asia y África (Listman y Estrada, 1992).

La mayor parte del maíz es cultivado a altitudes medias, pero se cultiva también desde el nivel del mar hasta los 2,850 msnm. Más aún, el cultivo continúa a expandirse a nuevas áreas y a nuevos ambientes (Wilkes HG. 1977).

Producción mundial

Los principales productores de maíz en el mundo son EEUU (32.44%), China (22.92%), Brasil (9.00%), Unión Europea (5.74%), Argentina (4.54%), Ucrania (3.19%), México (2.46%). Entre EEUU y China producen el 55.33% de maíz del mundo (USDA-FAS, 2019).

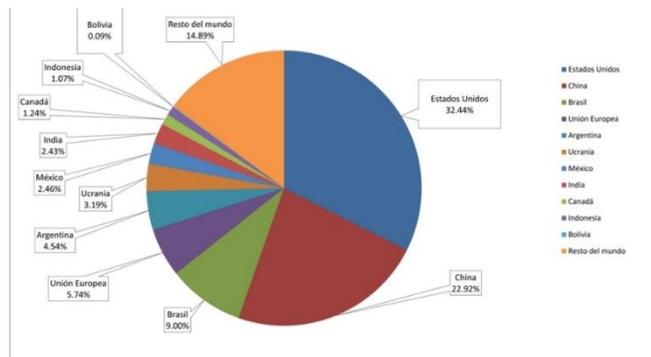


Figura 1. Participación en producción mundial de maíz 2018-2019. Fuente: USDA-fas, Feb, 2020

El maíz es uno de los principales granos que se cultivan en el mundo, para un mayor rendimiento se utilizan semillas mejoradas, mecanización del campo uso de semillas transgénicas, también depende de los elementos claves. Uno de ellos es el equilibrio adecuado de los nutrientes. El clima es otro factor importante para el rendimiento del maíz (Feedstuffs, 2014).

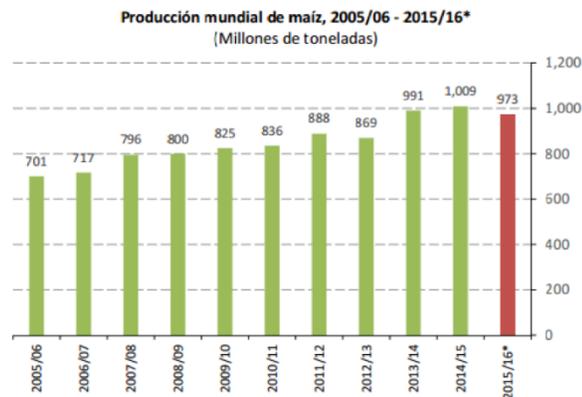


Figura 2. Producción mundial de maíz, 2005-2006-2015/16. FAO.

Exportaciones

El principal exportador de maíz es EE.UU. con un volumen de exportaciones de 51,838,933 millones de toneladas, lo que representa un (26.9%) del volumen mundial exportado seguido por Argentina con 36,881,996 toneladas (19.1%) y Brasil con 34,431,936 toneladas (17.9%), por lo que estas 3 naciones representaron el 63.8% de las exportaciones mundiales. En el caso de EE.UU. sus exportaciones representaron un ingreso de 9,575 millones de dólares (FAOSTAT, 2020).

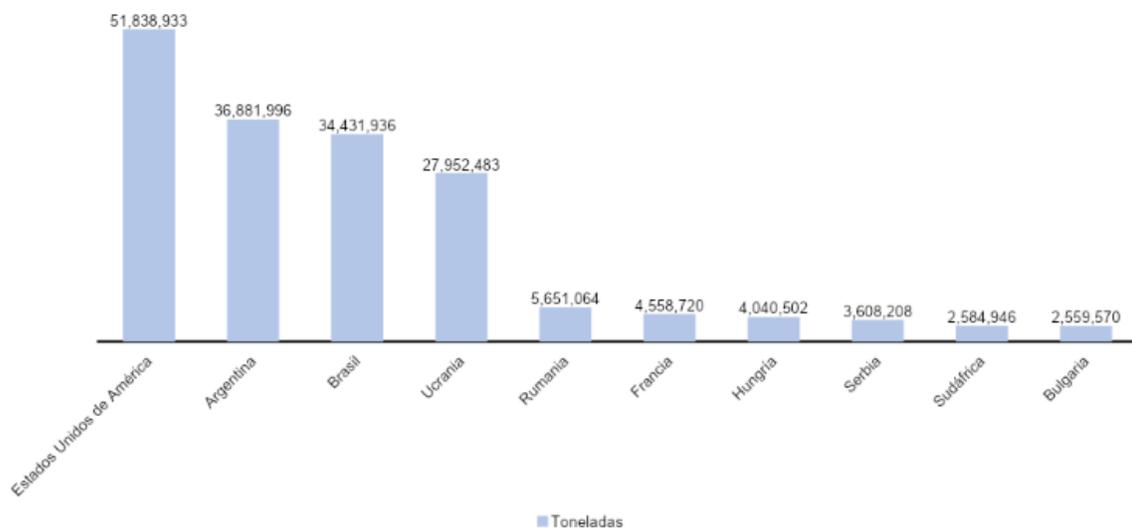


Figura 3. Principales exportadores de maíz. Fuente: FAOSTAT, 2020.

Importaciones

En el 2020 México fue el principal importador de maíz en el mundo con 15,953,293 toneladas (8.6%), seguido por Japón con 15,770,056 toneladas (8.5%) y Viet Nam con 12,144,713 toneladas (6.6%), por lo que estas 3 naciones representaron el

23.7% de las importaciones mundiales. Para México sus importaciones representaron un egreso de 3,086 millones de dólares (FAOSTAT, 2020).

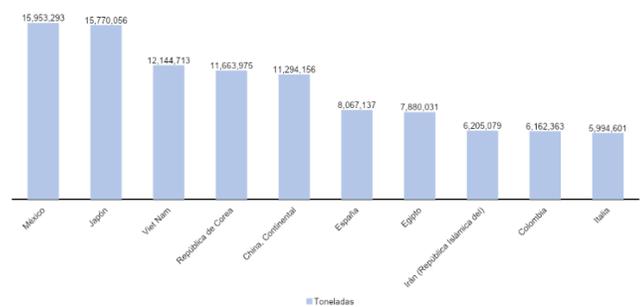


Figura 4. Principales importadores de maíz. Fuente: FAOSTAT,2020.

Consumidores

Estados Unidos y China son de hecho dos de los países donde más se utiliza el cereal. Es más, en el caso de China, el consumo interno llega a superar la producción nacional. La Unión Europea confirma su papel importante en el consumo de maíz, seguida de algunos de los principales productores como Brasil, México, India y Canadá. Entre otros grandes consumidores (FAOSTAT, 2020).

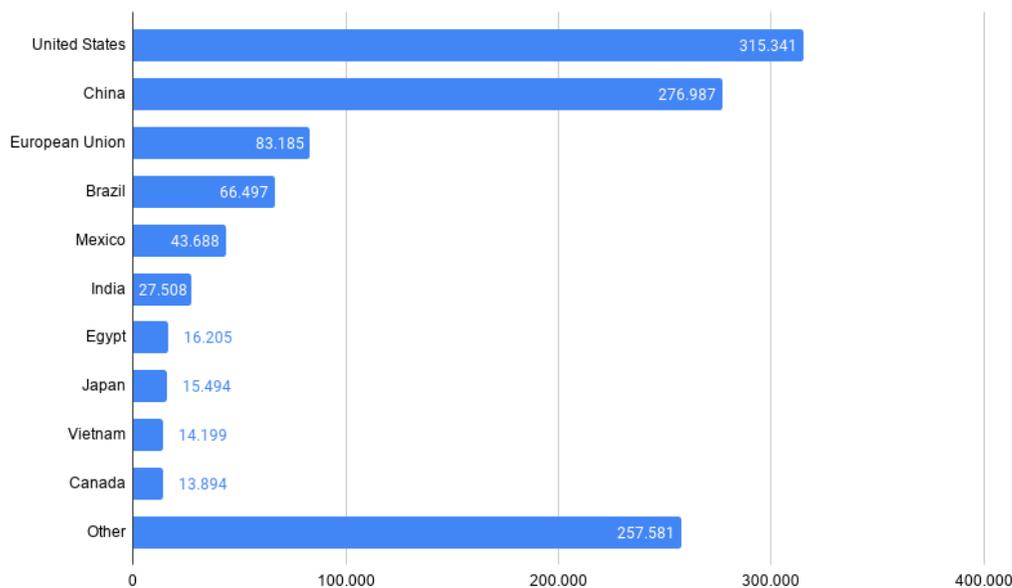


Figura 5. Principales consumidores de maíz. Fuente: FAOSTAT, 2020.

Superficie sembrada y cosechada en Guanajuato

Cuadro 1. Superficie sembrada y cosechada de cultivos agrícolas en Guanajuato. Fuente: INEGI.

Cultivo	Superficie sembrada (Hectáreas)	Superficie cosechada (Hectáreas)	Volumen (Toneladas)
Alfalfa	40,351	39,975	ND
Frijol	92,698	79,754	61,323
Maíz Blanco	425,211	396,283	1,898,849
Sorgo grano	241,114	236,972	ND
Trigo grano	85,391	81,896	357,621

Superficies sembrada, cosechada y volumen de la producción agrícola de los cultivos con representatividad en la muestra del Año agrícola 2014.

En 2014 la superficie sembrada de Maíz Blanco en el estado fue de 425,211 hectareas, la superficie cosechada fue de 396,283 y el volumen de 1,898,849 toneladas (INEGI, 2014).

La importancia de la producción de Maíz y las prácticas de cultivo genera fundamentos necesarios para ser objeto de estudio especialmente en las regiones donde la producción es de mediano y alto impacto.

En este estudio se plantea la evolución del maíz, las prácticas agrícolas comúnmente conocidas, las prácticas agrícolas que se realizan en el Bajío del estado de Guanajuato, así como técnicas y marcas comerciales de variedades de maíz que se utilizan.

OBJETIVOS

Describir el cultivo de maíz en el bajío de Guanajuato y prácticas agrícolas e identificar diferentes variedades comerciales que se cultivan en la región, para proporcionar el contexto agrícola de este cultivo en la actualidad.

Objetivos específicos

- Describir el cultivo de maíz en el Bajío del estado de Guanajuato para plantear el marco de prácticas agrícolas en la región.
- Identificar marcas comerciales de diferentes variedades que son comúnmente utilizadas en la región.

METAS

Describir prácticas agrícolas mediante revisión de literatura del cultivo de maíz en el bajío del estado de Guanajuato, planteando características específicas de esta región como método y densidad de siembra, fertilización, riego y enfermedades para reflejar el entorno de la producción de maíz en la región.

Estudiar y generar el contexto de las marcas comerciales de algunas variedades en la región.

DESARROLLO

Longley (1941) Mencionó que el maíz deriva del Teosinte a través de mutaciones y por selección natural. Existe cierta controversia sobre el origen de la especie, se considera que hubo un teocintle o teosinte, una especie parecida al maíz, que sufrió una transformación morfológica durante el proceso de domesticación o que hubo una especie salvaje relativamente cercana al maíz desde la cual se originó la actual, pues tiene todos los rasgos morfológicos esenciales estando ahora extinto (Doebley, 1990).

Wilkes *et al.* (1995) Explicaron en forma de diagrama varios modelos probables para el origen del maíz. Estos son:

- i) Evolución vertical del maíz moderno a partir del silvestre.
- ii) Progresión de teocintle a maíz.
- iii) Separación del maíz y el teocintle, originados ambos en un ancestro común, habiéndose separado durante el proceso evolutivo.
- iv) Hibridación, habiéndose originado el maíz como un híbrido entre teocintle y una gramínea desconocida.

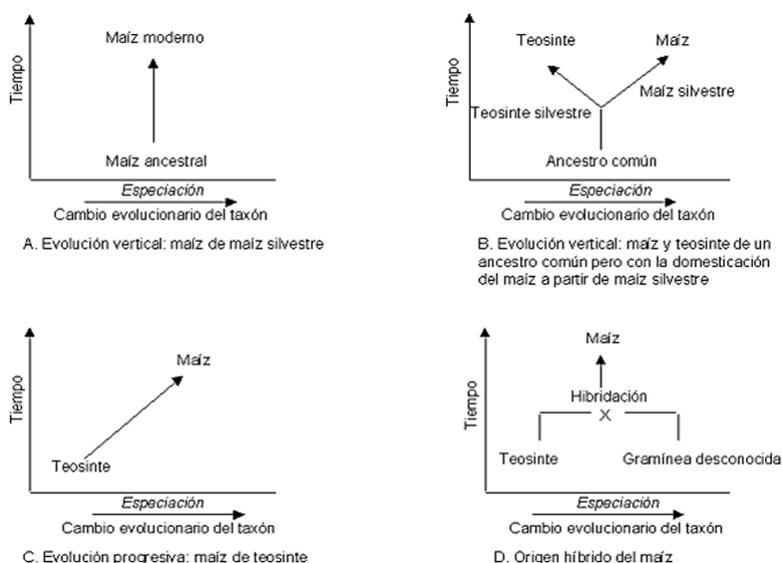


Figura 6. Teorías relacionadas con la evolución del maíz. Fuente: adaptado de Wilkes y Goodman.

Los últimos informes indican que la naturaleza anfidiplide o tetraploide del cariotipo del maíz agrega un elemento más al enigma del origen del maíz.

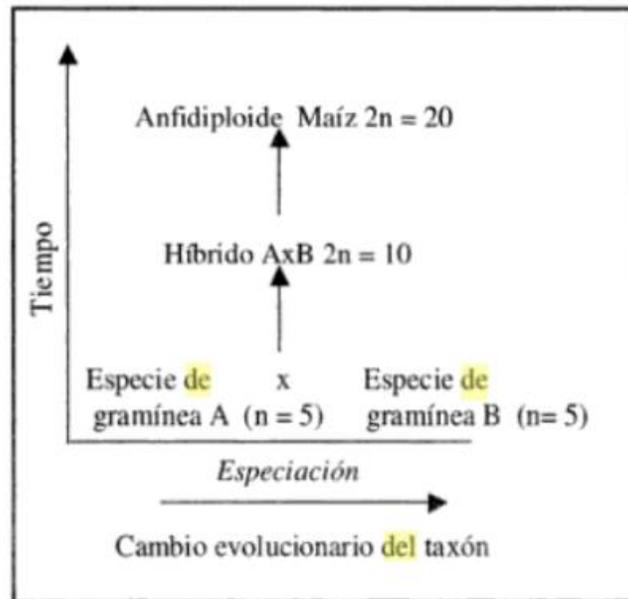


Figura 7. Posible origen híbrido del maíz con duplicación de los cromosomas.

Ya sea que el maíz se haya originado del teosinte o que el teosinte y el maíz se originaron separadamente, hay un hecho indiscutido y es que el germoplasma del teosinte ha introgridido extensivamente en el del maíz durante su evolución y domesticación en México. A partir de las evidencias disponibles es posible concluir que el origen del maíz involucro la mutación de varios *loci* importantes en las formas antiguas de teosinte y de ahí esos genes se trasladaron a estructuras genéticas favorables bajo el efecto de numerosos *loci* menores (Galinat, 1988; Doebley, 1994).

SS (2005) Describió La Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM) donde establece los criterios para la determinación de los centros de origen y de diversidad genética de los cultivos, México es considerado centro de origen y diversidad genética, para lo cual establece las siguientes definiciones:

- Centro de origen: Área geográfica del territorio nacional donde se llevó a cabo el proceso de domesticación de una especie determinada.
- Centro de diversidad genética: Área geográfica del territorio nacional donde existe diversidad morfológica y genética, o ambas, de determinadas especies, que se caracteriza por albergar poblaciones de los parientes silvestres y que constituye una reserva genética

Tapia *et al.* (2007) Especifica que una de las más antiguas evidencias sobre el origen del maíz se encuentra en unos restos arqueológicos situados en México en las que se encontraron unas mazorcas de maíz datadas en más de 5.000 años de antigüedad. El centro primario del origen del maíz se ubica en Mesoamérica (entre las regiones montañosas de Guatemala y México).

Hallauer *et al.* (2009) Menciona que se empezó a cultivar hace unos 7.000 a 10.000 años.

Acosta (2009) Describe que una de las diferencias entre el maíz y el teosinte es que en el primero los granos están expuestos en la mazorca mientras que en el teosinte los granos están encastrados en frutos de envolturas rígidas. Por otro lado, ambos son homólogos o parcialmente homólogos, con unos 10 cromosomas. Se puede decir que los principales factores involucrados en la evolución inicial del maíz han sido la alta tasa de mutaciones y una liberación parcial de la presión de la selección natural debido a la intervención del hombre en su cultivo. Poco a poco, el maíz primitivo ha ido aumentando de tamaño dando una mazorca cada vez más grande durante más de 4.000 años de evolución.

Gonzalez *et al.* (2016) Describe en un estudio que el maíz (*Zea mays*) es una especie de gramínea originaria y domesticado por los pueblos indígenas en el centro de México desde hace unos 10.000 años e introducida en Europa en el siglo XVII.

Kato *et al.* (2009) En su estudio propone que el maíz se originó y fue domesticado en varias regiones entre México y Guatemala; dicha teoría fue denominada como teoría multicéntrica del origen y diversidad del maíz, la cual define cinco centros de origen-domesticación:

- 1) Mesa central de México.
- 2) Región de altura media en los estados de Morelos, México, Guerrero y sus alrededores.
- 3) Región centro-norte de Oaxaca.
- 4) El territorio comprendido entre los estados de Oaxaca y Chiapas.
- 5) Región alta de Guatemala.

De estos centros de origen-diversificación, se propone que sus respectivos complejos de nudos cromosómicos migraron a diferentes partes del norte, centro y sur de México a lo largo de rutas diferentes y definidas conforme se incrementó su cultivo en su lugar de origen y domesticación. De esta forma hubo regiones en que convergieron las rutas de migración de dos o más complejos de nudos cromosómicos, de cuya hibridación y selección posterior surgieron nuevas razas de maíz. Se supone que entre mayor fue el número de complejos que originalmente se congregaron en una región dada, mayor fue el número de razas que emergieron. De estas rutas de migración se conformaron cuatro macro regiones o centros de diversificación primaria del maíz:

- I) Mesa Central.
- II) Oaxaca, Chiapas y Guatemala.
- III) Occidente de México.
- IV) Norte, de donde fueron emergiendo las diversas razas y se presentó una concentración de la diversidad del maíz (Kato *et al.*, 2009).



Figura 8. Mapa de México con las localizaciones de los centros de origen-domesticación y los centros de diversificación primaria del maíz. Tomada de Kato 2009.

Palilwal (2001) Explica que existen varias teorías relacionadas con el centro del origen del maíz se pueden resumir en la siguiente forma:

- Origen asiático: El maíz se habría originado en Asia, en la región del Himalaya, producto de un cruzamiento entre *Coix spp* y algunas *Andropogoneas*, probablemente especies de *Sorghum*, ambos parentales con cinco pares de cromosomas (Anderson, 1945). Esta teoría no ha tenido un gran apoyo y se reconoce es uno de los cultivos alimenticios que se originaron en el nuevo mundo.
- Origen andino: El maíz se habría originado en los altos Andes de Bolivia, Ecuador y Perú (Mangelsdorf y Reeves, 1959). La principal justificación para esta hipótesis fue la presencia de maíz reventón en América del Sur y la amplia diversidad genética presente en los maíces andinos, especialmente en las zonas altas de Perú. Una seria objeción a esta hipótesis es que no se

conoce ningun pariente salvaje del maiz, incluyendo teosinte, en esa region (Wilkes, 1989)

- Origen mexicano: Muchos investigadores creen que el maiz se habria originado en México donde el maíz y el teosinte han coexistido desde la antigüedad y donde ambas especies presentan diversidad muy amplia (Galinat, 1988; Wilkes, 1989). El hallazgo del polen fosil y de mazorcas de maiz en cuevas en zonas arqueologicas apoyan seriamente la posicion de que el maiz se habia originado en Mexico.

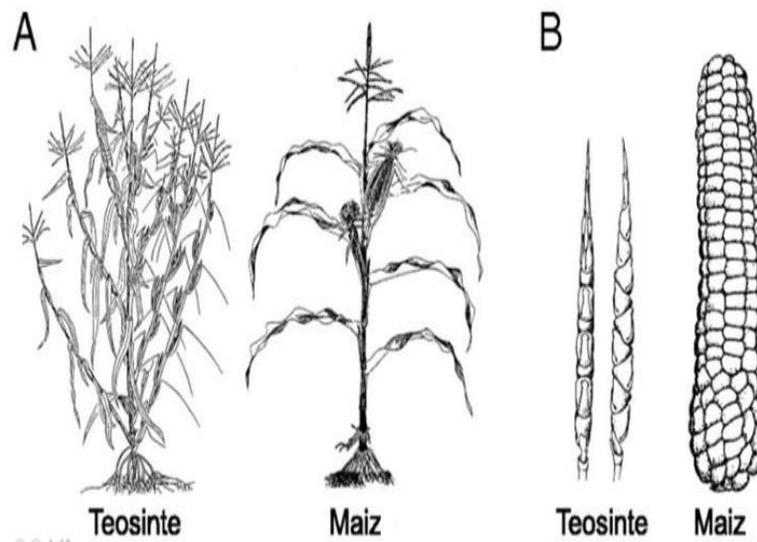


Figura 9. Morfologia del teosinte y el maiz. A. Diferencias en la morfologia entre la planta del teosinte y el maiz. B. Diferencias entre la morfologia de la espiga y la del maiz. Adaptado de: Proceeding of National Academy of Sciences of the United States of America.

Difusión del maíz

Sánchez *et al.* (2015) Menciona que desde México el maíz ha tenido una gran difusión; los exploradores europeos hacia finales del siglo X, lo llevaron a Europa a través de España, desde donde se difundió a climas más cálidos del Mediterráneo y de ahí a Europa septentrional. Colón lo descubrió por primera vez en la isla de Cuba en octubre de 1492; los comerciantes portugueses lo llevaron a África a principios del siglo XVI; los comerciantes árabes y portugueses, a través de Zanzíbar, lo llevaron a Asia a principios de 1.500, aunque también es probable que se haya introducido mediante comerciantes que utilizaban la ruta de la seda por el Himalaya. En menos de 300 años se estableció como uno de los cultivos más importantes.

Sánchez *et al.* (2015) Explica que el maíz es uno de los cultivos básicos más importantes y extendidos en todo el mundo. Constituye una de las fuentes principales de alimento de millones de personas, sobre todo en América y Asia. Se trata de una de las primeras plantas que se domesticaron y se difundieron por todo el mundo.

Vargas (2014) En su estudio describe que desde su área de domesticación probablemente en la cuenca del Balsas, llegó a toda Mesoamérica y al resto del continente. Una vez establecidos los vínculos entre el Viejo y el Nuevo Mundo, llegó rápidamente a Europa, África y Asia, donde se incorporó como alimento humano y animal. Colón llevó las primeras semillas a España, donde creció en abundancia ya en 1498. Probablemente los portugueses la llevaron a África y Asia, donde se hizo conocida hacia 1505, al menos en un dibujo realista chino.

Beadle (1978) Explica que la difusión del maíz a partir de su centro de origen en México a varias partes del mundo ha sido tan notable y rápida como su evolución a planta cultivada y productora de alimentos. Los habitantes de varias tribus indígenas de América Central y México llevaron esta planta a otras regiones de América Latina, al Caribe y después a Estados Unidos de América y Canadá.

EL CULTIVO DE MAÍZ

Preparación del terreno

Jurado *et al.* (2014) Menciona que el terreno para cultivar maíz debe cumplir algunos requisitos, en el caso del suelo, el maíz es un cultivo que se desarrolla mejor en suelos ligeramente ácidos, con alta materia orgánica y buen drenaje. En relación al clima, el maíz se desarrolla mejor en regiones con temperaturas entre 25 y 30 °C. Dependiendo de la variedad y del clima, el maíz requiere de 500 a 800 mm de agua. Los períodos críticos de humedad son la germinación, las primeras tres semanas de desarrollo y dos semanas antes y después de la floración que corresponden a la formación de espiga, mazorca y llenado de grano.

Subsoleo

Jurado *et al.* (2014) Explica que el subsuelo se recomienda en suelos compactados principalmente por el paso de maquinaria. Esta práctica tiene como función romper la capa endurecida del suelo para permitir la aireación del suelo, la infiltración, retención de humedad y el desarrollo de raíces.



Figura 10. Subsoleo de suelo compactado. Foto:www.masseyferguson.com.

Barbecho

La importancia de esta práctica radica en los múltiples beneficios que provee, como regular la humedad en los suelos, almacenar agua en climas secos, ayuda a reincorporar residuos vegetales de cosechas anteriores, contribuyendo con la fertilidad del suelo; asegurar el control de malezas y permite obtener una buena cama de siembra (FAO/INTA, 1992; INIFAP, 1997; María *et al*, 2003; Escalante *et al*, 2007). La preferencia por el uso del tractor, exponen algunos autores(as) se debe a que el barbecho es una práctica muy laboriosa por lo que la mayoría de los campesinos optan realizarla con este equipo (Pearson, 2003; Ramírez *et al*, 2007).

Ramírez (2004) reporta que en Tlaxcala el 97.8% de los maiceros realiza esta actividad; asimismo, en la región centro oeste del estado de Puebla (Ramírez *et al*, 2007) informan que poco más de 90% de los campesinos realizó uno o dos barbechos en sus parcelas de maíz.

Morales (1987) Señala que el barbecho consiste en remover el terreno, comúnmente con arado de discos y a profundidad de 30 cm aproximadamente, de acuerdo a las características del suelo.

Ibarra *et al*. (1995) Indicaron que los objetivos del barbecho son: Airear la tierra, facilitar la captación y conservación de la humedad disponible. Y permitir el control de larvas y huevecillos de plagas del suelo al ser expuestos a cambios de temperatura.

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



Figura 11. Barbecho para siembra de maíz. Foto: www.pendolo.com.

Aguirre *et al.* (1983) Menciona que contribuye con anticipación a la siembra y a la destrucción de malas hierbas, que también pueden extraer considerable humedad.

Jurado *et al.* (2014) Describe que el barbecho se recomienda para incorporar los residuos de cosecha del cultivo anterior y disminuir plagas en desarrollo exponiéndolas a la intemperie. Generalmente se realiza con arados de reja o de discos. Se debe barbechar el terreno y, además, efectuar uno o dos pasos de rastra, de acuerdo a la condición del terreno.

Jurado *et al.* (2014) Señala que, por lo general, un terreno que se prepara en forma continua año con año, solo debe rastrearse una vez, mientras que un suelo recién desmontado o un área de cultivo con varios años de descanso, debe rastrearse al menos dos veces o más hasta obtener un suelo libre de terrones y mullido con buenas condiciones para el establecimiento de plantas.

Rastreo

Consiste en el rompimiento de los terrones grandes que quedan después del barbecho, hasta 25 cm de profundidad. También se incorpora el picado y enterrado de los residuos de las cosechas anteriores o de los abonos. El rastreo se hace con la rastra de discos.

Después del barbecho se realiza el rastreo que provoca el rompimiento de los terrones que se generan durante el barbecho y que la cantidad de rastras a practicar dependen de la consistencia del suelo (IICA, 1992; INIFAP, 1997; Escalante et al, 2007; INEGI, 2008).

Jurado *et al.* (2014) Señala que el rastreo desmenuza los terrones del suelo y permite una cama de siembra adecuada para la germinación de la semilla y establecimiento de la plántula. Cuando existe una gran cantidad de terrones después del primer paso de rastra, se recomienda efectuar un segundo paso en forma cruzada.



Figura 12. Rastreo de suelo para siembra de maíz. Foto: www.dere.com.

Surcado

Esta actividad consiste en formar bordos paralelos de tierra sobre la superficie del terreno. De esta manera se facilitarán labores como distribución del agua sobre el terreno, drenaje, control de malezas y cosecha.

Jurado *et al.* (2014) Describe que el surcado tiene el propósito de conducir y distribuir el agua de riego. Se recomienda una separación entre surcos desde 76 hasta 80 cm, dependiendo de la disponibilidad de maquinaria y el sistema de riego a utilizar. Esta distancia entre surcos facilita el uso de maquinaria agrícola para las diferentes actividades en el ciclo del cultivo.



Figura 13. Surcado de terreno para siembra de maíz. Foto: Campo Experimental Delicias. INIFAP.

Trazo de riego

Efectuar un buen trazo de riego y regaderas de acuerdo con la pendiente del terreno y tipo de suelo. En terrenos desnivelados los surcos en contorno son una buena alternativa para regar adecuadamente.

Jurado *et al.* (2014) Indicó que el trazo de riego se realiza para lograr un aprovechamiento adecuado del agua y evitar la erosión del suelo. Puede ser por medio de surcos, canales, melgas o curvas a nivel. La maquinaria utilizada es una cultivadora para el trazado de surcos y la bordeadora para la construcción de melgas.



Figura 14. Trazo de riego por melgas con bordeadora. Foto: Campo Experimental Delicias INIFAP.

Variedades

GRAIN (1996) Menciona que el maíz fue domesticado en México hace 6 u 8 mil años. En la región mesoamericana llegaron a existir miles de variedades. El modelo de agricultura industrial de la Revolución Verde implicó la pérdida de una buena parte de esta diversidad: Se calcula que de las variedades que se conocían en 1930 hoy queda un 20%.

Marriaga (2013) Describe que en maíz hay dos tipos de variedades: las de polinización libre y las de polinización controlada o híbridos. Cuando el productor siembra una variedad de polinización libre, puede seleccionar semilla al momento de la cosecha para la próxima siembra, siempre y cuando no haya otra variedad cerca de su lote. Por lo anterior no sé cuándo se siembra una variedad híbrida, ya que los rendimientos se reducen por pérdida del vigor híbrido o heterosis.

Marriaga (2013) Señala que los híbridos producen mayores rendimientos, pero son más exigentes en cuanto al manejo, principalmente en fertilización para que puedan expresar todo su potencial productivo. Los híbridos por ser superiores a las variedades de polinización libre son los de más alto costo, por lo tanto, se recomiendan para las zonas donde no hay problemas de precipitación y para suelos con buena fertilidad; además es importante la capacidad económica del productor. Las variedades que se cultivan en cada región, dependen principalmente de las características climáticas de cada lugar. El agricultor que escoge el tipo de semilla según las características que esta tenga, como puede ser días a maduración, color de grano, cuanta producción promete por superficie etc.

CELALA (1983) Indico que las variedades de maíz amarillo generalmente son de ciclo tardío (180 días) y tienen una altura promedio de plantas de 3.0-3.5 metros. Otra opción es la variedad de maíz blanco que tiene una altura de planta promedio de 2.40-2.70 centímetros y se cosecha aproximadamente a los 155 días.

Época de siembra

Paliwal (2001) Indico que la época de siembra será obviamente determinada en muchos lugares por la llegada de las lluvias.

Jurado *et al.* (2014) Menciona que la fecha de siembra está influenciada por las condiciones de clima. La germinación óptima del maíz se obtiene con temperaturas de 18 a 21 °C, disminuyendo significativamente con temperaturas menores de 13 °C.



Figura 15. Siembra de maíz con maquinaria. Foto: Campo Experimental Sierra de Chihuahua-INIFAP.

Método y densidad de siembra

Marriaga (2013) La densidad de población por unidad de área depende de varios factores. Entre los más importantes están los siguientes: fertilidad del suelo, humedad disponible, porcentaje de germinación y características agronómicas de la variedad. En zonas donde los suelos son fértiles y la lluvia es abundante, deberá sembrarse una mayor cantidad de semilla que en los suelos medianamente pobres y con lluvias escasas y erráticas. Las variedades mejoradas soportan mayor densidad de población en comparación con las variedades criollas. Al sembrar con maquinaria es importante una buena calibración del equipo de sembrar con la finalidad de obtener la población deseada. Además, el grano debe quedar a una profundidad de 5 centímetros para que tenga la suficiente humedad p/ germinar.

Jurado *et al.* (2014) Explica que la semilla de maíz debe depositarse a chorrillo para lograr un establecimiento uniforme del cultivo. La siembra puede hacerse en suelo seco o húmedo, cuando se lleva a cabo en seco, la semilla debe depositarse a una profundidad de 4 cm, mientras que, en suelo húmedo, la semilla debe quedar a una profundidad de 5 a 7 cm. En cuanto a la densidad de población, el rendimiento de forraje seco se incrementa al aumentar la densidad de plantas. Además, se presentan otros efectos, tales como una mayor competencia entre plantas, y una disminución en la calidad del forraje. Investigaciones sobre densidad de siembra, indican que, en híbridos de maíz de ciclo intermedio y hojas laxas, se pueden sembrar hasta 80 mil plantas/ha. Mientras que los híbridos con hojas semi-erectas o erectas se puede sembrar hasta 115 mil plantas/ha. Para maíz forrajero, el objetivo es lograr un establecimiento de 6 plantas por metro para tener una población de 75,000 plantas por hectárea. Existen híbridos de porte más bajo, hojas erectas y ciclo corto que pueden sembrarse hasta 100 mil plantas/ha. Algunas investigaciones en siembra de maíz forrajero concluyen que la siembra en surcos estrechos incrementa el rendimiento de materia seca y la eficiencia en la utilización

del nitrógeno en la producción de maíz. Por lo tanto, este componente es importante para considerar en la producción de maíz forrajero.

Paliwal (2001) Especifica que para un cultivar dado, la densidad de siembra recomendada es normalmente de 20 a 30%, o a veces menos, de la densidad óptima identificada cuando el cultivar crece bajo las condiciones experimentales ideales. Como los cultivares difieren en precocidad, respuesta a las fechas de siembra, prolificidad, tamaño de la planta, resistencia al vuelco y arquitectura y como que las condiciones de crecimiento varían de acuerdo a la fertilidad de los suelos, la humedad y la presencia de factores bióticos deletéreos, la densidad de las plantas y su espaciamento deben ser determinados para cada caso y cada recomendación particular.

Fertilización

Jurado *et al.* (2014) Indicó qué, si se quiere alcanzar el rendimiento potencial de los genotipos de maíz forrajero, será necesario realizar una fertilización apropiada; si no se abastecen adecuadamente los requerimientos de nutrientes, la producción disminuirá en función de la magnitud de la deficiencia. Se recomienda que las aplicaciones de fertilizante se realicen basándose en los resultados de un análisis de suelo; el cuál se deberá efectuar como mínimo cada dos años. Esta gramínea requiere para su desarrollo cantidades importantes de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S) y en menor cantidad otros conocidos como elementos menores o micronutrientes.

Marriaga (2013) Menciona que el maíz, como todo cultivo requiere de suelos con profundidad adecuada y buena fertilidad natural para desarrollarse y producir de acuerdo a su potencial genético. Si queremos conocer la fertilidad natural del suelo se requiere que el productor tome una muestra de suelo de su terreno y la remita a un laboratorio para su respectivo análisis físico-químico. El laboratorio indicara al productor, el tipo de fertilizante comercial, la dosis y épocas de aplicación.

Riegos

Jurado *et al.* (2014) Menciona que la cantidad de agua y la frecuencia de riegos varían de acuerdo a la cantidad de lluvia que se reciba durante el ciclo vegetativo y la distribución de la misma. El tipo de suelo también influye, los suelos arenosos requieren riegos más frecuentes que los que requieren los suelos francos o arcillosos.

CELALA (1983) Señala que se requieren de tres a cuatro riegos de auxilio cuando se siembra una variedad de tipo intermedio y cuando se tiene una variedad precoz se requieren tres auxilios, aunque en ocasiones es suficiente con los dos auxilios, además del riego de pre siembra. Los riegos se deben distribuir de acuerdo con el siguiente calendario. Es importante que no le falte humedad a la planta en los periodos de floración y llenado de grano, que son etapas críticas del cultivo.

Cuadro 2. Riego y lamina de riego. CELALA, 1983.

	DDS	Lamina
Aniego(*)		
Primer Auxilio	35	25
Segundo Auxilio	55	18
Tercer Auxilio	75	18
Cuarto Auxilio	95	18

Labores de cultivo

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

Marriaga (2013) Señaló que las medidas de control antes de la siembra son:

- Preparación del suelo 15 o 30 días antes de la siembra, es una buena medida para eliminar los huevos, larvas y pupas. Estos son maltratados y expuestos al sol y a enemigos naturales especialmente pájaros, hormigas y otros depredadores.
- La destrucción de las malezas, zacates y plantas hospederas o un periodo libre de plantas antes de sembrar, eliminar las larvas jóvenes.
- La rotación de cultivos con leguminosas de cobertura, ayuda a reducir las poblaciones . Las prácticas de labranza cero ayudan a controlar las larvas.
- En la época de vuelo de los adultos en las primeras lluvias, el adulto ronrón o mayate es atraído por la luz en la noche. La colocación de trampas de luz, para atraerlos durante la noche. Se puede utilizar candiles, fogatas, candelas

y otros, sostenidas en un trípode o tabla, poniendo en el suelo un recipiente de agua jabonosa donde caen los adultos.

- Cuando el número de larvas es igual o supera el nivel crítico; se deben hacer controles en la siembra.
- Tratar la semilla con insecticidas para protegerla durante el periodo de germinación.
- Aplicación de insecticidas granulados al suelo en los surcos al momento de la siembra.
- Aumentar la densidad de la siembra.



Figura 16. Preparación de terreno. Foto: agroacademicosmy.blog.

Plagas

Marriaga (2013) Indica que hay una cantidad de insectos que se encuentran en el suelo y se alimentan de las semillas, raíces y tallos tiernos, impidiendo con esto que las plantas se desarrollen normalmente, ocasionando densidades de población inadecuadas de plantas por área. Entre los insectos más comunes en el suelo están: Gallina ciega (*Phyllophaga spp*) gusano cuerudo (*Agrotis spp*) gusano alambre (*Aeolus spp*), escarabajos, nemátodos y áfidos de las raíces. La gallina ciega se encuentra causando daño económico en todos los suelos que se usan para cultivar el maíz y otros cultivos.

Jurado *et al.* (2014) Menciona que el control de plagas es indispensable para evitar pérdidas importantes de rendimiento. Las plagas del maíz se agrupan en dos categorías, las plagas del suelo y plagas del follaje.

Jurado *et al.* (2014) Indicó que las plagas del suelo: Se alimentan de la raíz reduciendo la capacidad de la planta para absorber agua y nutrientes del suelo lo que ocasiona que las plantas tengan un desarrollo pobre, marchitamiento, acame y disminución de rendimiento y si la infestación es grave, la muerte de las mismas. Las principales plagas del suelo son:

- Gallina ciega: Nombre que recibe las larvas de varias especies de escarabajos entre las cuales destacan los géneros (*Phyllophaga sp*, *Macroductylus sp*, *Euetheola sp*, *Cyclocephala sp*) y Gusano de alambre que comprende varias especies del género.
- *Agriotes*: El control de estas dos plagas se debe realizar antes de la siembra.

- Plagas del follaje: Se alimentan de hojas tanto tiernas como maduras y de la savia que circula en ellas.
- Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*): Es la plaga más importante del maíz, afecta al cultivo desde que emerge hasta que alcanza una altura de 50 cm. Los gusanos se albergan en el cogollo de la planta del cual se alimentan causando daño a las hojas que posteriormente emergerán reduciendo el rendimiento del cultivo. El control se debe efectuar cuando el 20% de las plantas presenten daño.
- Araña roja (*Olygonychus mexicanus*): Es un ácaro que vive en el envés de las hojas y se alimenta de la savia causando manchas amarillentas que van extendiéndose hasta cubrirla por completo. Este ácaro ataca al cultivo durante las épocas más calientes y secas del ciclo del cultivo e inicia su ataque en las hojas inferiores de la planta.
- Gusano soldado (*Pseudaletia unipuncta*): Esta plaga ocasionalmente puede causar daño al maíz y se controla con los mismos insecticidas que el gusano cogollero.

Hernández *et al.* (2020) Indicó que los insectos plaga, son una de las principales limitantes en la producción del cultivo de maíz. Por lo cual, provocan daño en el desarrollo de la planta y por ende reducen el rendimiento. El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith y *Heliothis zea* y *Lepidoptera: Noctuidae* son las de mayor presencia en el cultivo de maíz. Para el control de estas y otras plagas, el control más usado son los insecticidas químicos; las principales desventajas de su uso han sido la contaminación al ambiente y la resistencia de los insectos plaga, esto ha ocasionado daño en el ambiente y resistencia.

Cuadro 3. Control de plagas.

Plaga	Producto comercial	Dosis por hectárea
Gusano cogollero	Dipterex 2.5% G	10-12 Kg
Spodoptera	Sevin 5% G	8-12 Kg
Frugiperda	Nuvacron 2.5% G	12 kg
Gusano de alambre	Gaucha	56 grs/45 Kg semilla
<i>Melanotus sp.</i>		
Gusano barrenador	Lorsban 480 E	0.75-1.0 Lt. 20 kg
<i>Zeadiatreia sp.</i>	Malation 4%	
	Paration metálico 2%	
Pulgón	Dimetoato 40%	1.0 Lt.
<i>Rhopalosiphium</i>	Malation 50%	1.0 Lt.
<i>Maidis</i>	Fac 20%	1.0 Lt.
Araña roja	Dimetoato 40%	1.0 Lt.
	Malation 50%	1.0 Lt.
<i>Tetranychus spp.</i>	Fac 20%	1.0 Lt.

Medidas de control

Jurado *et al.* (2014) Indicó que las malezas se deben controlar oportunamente con énfasis en los primeros 40 días del ciclo del cultivo, el control se puede efectuar mecánicamente mediante escardas o cultivos, la primera de ellas se realiza a las tres semanas de emergida la planta, la segunda a los 15 después de la primera. Si el control es químico se puede llevar a cabo aplicando 2,4-D Amina en dosis de 1.0 a 1.5 L/ha.

Marriaga *et al.* (2013) menciona que el problema de las malezas en el maíz es uno de los factores que mayor influencia tiene en el rendimiento final del cultivo. Esto pone en evidencia la necesidad de un mayor conocimiento y la aplicación de nuevas formas de manejo de las malezas. El control de malezas es crear condiciones ambientales, favorables de crecimiento y desarrollo del cultivo y no a las malezas. Se entiende la aplicación de una serie de prácticas utilizadas para reducir al mínimo de la competencia que las malezas ejerzan sobre el cultivo y la calidad de éste. Para recomendar el método más adecuado en el control de malezas en cada caso particular es necesario conocer el ciclo de vida, hábito de crecimiento, adaptabilidad a diferentes condiciones del ambiente, del suelo y la manera de propagación de cada una de las malezas establecidas en la labranza. Existen varios métodos para el control de malezas, la selección del método depende del complejo de malezas presentes, las condiciones del suelo, clima, costos, disponibilidad local de insumos, capacidad técnica y económica del productor. En el control de malezas en el cultivo de maíz se recomiendan usar los métodos siguientes:

Control cultural

Son todas aquellas prácticas disponibles en la comunidad por el productor, que aseguran el desarrollo rápido y vigoroso del cultivo, para que pueda competir favorablemente con las malezas, entre esas prácticas se encuentran las siguientes:

- Buena preparación del suelo: Destruye las malazas presentes en el campo y crea condiciones favorables para el desarrollo de la planta.
- Siembras de variedades bien adaptadas a la zona: Estas variedades en su crecimiento inicial son vigorosas puede superar la competencia ejercida por las malezas.
- Buena y oportuna fertilización.
- Asocio del maíz con leguminosas: Estas siembras permiten mejorar las condiciones del suelo en la labranza y la presencia de insectos benéficos en el ambiente, el hábito de crecimiento de las leguminosas ayuda a bajar las poblaciones de las malezas principalmente las gramíneas.
- Uso de leguminosas en rotaciones: En muchas zonas del país recomiendan el uso de leguminosas como coberturas, en el Litoral Atlántico, región del trópico húmedo los productores acostumbran el uso de fríjol abono (*Mucuna spp*). En la Zona Central el fríjol (*Dolichos lab lab*) y la canavalia (*Canalia Ensiformes*), con excelentes resultados en el control de malazas.



Figura 17. Medidas de control. Foto: agrosintesis.com.

Control mecánico

Este método es bien usado por los pequeños productores en malezas y cuando el control químico no ha sido satisfactorio. El método puede ser recomendado en zonas con abundancia de mano de obra. Entre las prácticas de control mecánico se encuentran las siguientes:

- Deshierba manual: Es muy efectivo, solo en áreas reducidas o en sitios donde no es posible remover las malezas con herramientas.
- Deshierba con implementos manuales: El corte de las malezas con machete, azadón u otros instrumentos se usa especialmente en terrenos de laderas y pedregosos.
- Laboreo sistemático: Las prácticas de arar, rastrear y cultivar periódicamente y reducen considerablemente el problema de las malezas. Reduce la población de semillas por la destrucción de las plantas o por provocar su germinación.

Paliwal (2001) Señaló que las malezas, los insectos y las enfermedades son factores importantes que pueden causar la pérdida total de un cultivo de maíz. En la mayoría de los casos, las pérdidas de rendimiento causadas por las malezas son mayores que las causadas conjuntamente por las enfermedades y los insectos. Las malezas que afectan al maíz pueden ser controladas por:

- Métodos culturales, tales como la rotación de cultivos.
- Métodos mecánicos, que van desde su remoción a mano hasta el uso de cultivadores.

- Métodos químicos, tales como los herbicidas.



Figura18. Control químico en el cultivo de maíz. Foto: INIFAP



Figura19. Control mecánico en el cultivo de maíz. Foto: INIFAP.

Cosecha

Paliwal (2001) Señala que tan pronto como los granos de maíz alcanzan la madurez fisiológica, la cual puede ser reconocida por la presencia de una capa negra en el punto de inserción de la semilla en el olote, se puede iniciar la cosecha.

Marriaga (2013) Indicó que muchos productores logran obtener cultivos de maíz agronómicamente buenos, sin embargo, otros tipos de pérdida hacen que al final su actividad no sea rentable. Una de las causas de esas pérdidas se da cuando el productor no cosecha su maíz a tiempo, dejándolo en el campo y de esta forma la planta queda expuesta al volcamiento, al daño de roedores y pájaros; las altas precipitaciones inducen a pudriciones de mazorca y germinación de la semilla. Esto trae como consecuencias pérdidas por mala calidad del grano y a la vez un aumento en la concentración de micotoxinas con los consecuentes daños que estas sustancias producen. La humedad óptima para cosecha es cuando el grano ha alcanzado entre 22 y 24% de humedad.

Jurado *et al.* (2014) Menciona que una vez que el cultivo se ha desarrollado se debe tomar la decisión de cuando cosechar el forraje, para ello se considera el estado de madurez porque determina el contenido de grano, la digestibilidad y contenido de humedad del forraje. La cantidad de agua que contiene el forraje al momento de ser cosechado es el factor más importante en determinar la calidad del ensilaje, si el maíz se cosecha con un alto contenido de agua (>70%) se produce una fermentación indeseable porque es dominada por bacterias formadoras de ácido butírico y también hay fuertes pérdidas de nutrientes digestibles por efecto del escurrimiento del agua del forraje. Por el contrario, si el forraje se cosecha muy seco (< 60% de humedad) se dificulta la compresión del mismo produciendo calentamiento del forraje, la producción de mohos y retarda la fermentación anaeróbica, que es la deseable, así mismo se reduce la capacidad de

almacenamiento del silo. El forraje se debe cosechar con un contenido de 65% de humedad; en este punto las pérdidas de forraje durante la cosecha, se minimizan. Este contenido de humedad se alcanza cuando la línea de leche o línea blanca está a la mitad del grano; la línea de leche es la característica que marca en el grano la división entre la porción líquida o suave del grano y la sólida. En algunos híbridos o variedades, especialmente los de grano blanco, es difícil de identificar la línea de leche a simple vista, una manera de reconocer su ubicación es mordiendo el grano o presionándolo con la uña para separar la porción sólida de la líquida.

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

Conservación de grano

Paliwal (2001) Señala que la temperatura y la humedad relativa son los componentes del ambiente que más influencia tienen sobre la longevidad de los granos; también tienen influencia sobre el equilibrio del contenido de humedad del grano. Por lo tanto, la humedad relativa y la temperatura dentro de un depósito de almacenamiento deben ser tales que el equilibrio del contenido de humedad sea adecuado como para dar lugar a un almacenamiento seguro.

Marriaga (2013) Describe que las construcciones adecuadas para el almacenamiento, así como el control de insectos que atacan el grano almacenado son prácticas deseables y necesarias para que el productor tenga asegurada su cosecha. Un mal almacenamiento del grano provoca pérdida de peso, calidad, capacidad alimentaria y consecuentemente reducción de ingresos, estas razones

son reales por lo que hay necesidad de familiarizarse con el secado y almacenamiento del grano, especialmente cuando se trata de pequeños productores que producen para subsistencia, aunque no menos importante es para el mediano y grande productor que almacena su maíz para venderlo después de un tiempo. Es muy importante para que consultores individuales y empresas de asistencia técnica, se ocupen seriamente de mejorar el almacenamiento de granos básicos, específicamente del grano de maíz.

El almacenamiento por la forma en que se realiza causa muchas pérdidas de maíz debido al ataque de gorgojos, roedores, así como por animales domésticos. El Proyecto Postcosecha ha desarrollado tecnologías adecuadas para reducir parte de las pérdidas que se presentan en la troja tradicional (Marriaga, 2013).

Contenido de humedad

Lo más importante de un buen almacenamiento es la humedad adecuada del grano, el grano húmedo causa muchos problemas en el almacén, el grano y el aire tienen humedad, interactúan una con la otra. Si el grano de maíz está muy húmedo, parte de esa humedad se encuentra rodeando a la semilla. Para un buen almacenamiento el grano debe ser entre 12 y 14 por ciento de humedad, con una temperatura de 25 °C y 30 °C y con una humedad relativa de 70 por ciento llegando a un punto de equilibrio para establecer un buen almacenamiento (Marriaga, 2013).

Temperatura

En un clima muy frío los insectos y hongos crecen despacio o no crecen del todo y las semillas no respiran. En lugares cálidos el grano entra caliente al almacén y a medida que la temperatura exterior aumenta la temperatura del grano almacenado se incrementa. Cuando la temperatura del grano aumenta, ciertos fenómenos comienzan a suceder:

- Los insectos inician la reproducción.
- Los hongos comienzan a germinar y a multiplicarse.
- Los hongos, insectos y semillas respiran más rápido, causando un incremento en la temperatura y en la humedad del grano almacenado, debido a la transpiración (Marriaga, 2013).

Estos factores explican la necesidad de mantener el grano seco y fresco. Es importante mantener los almacenes protegidos de los rayos del sol, ya que éstos calientan el depósito y este calor se extiende hacia el interior creando condiciones favorables para el crecimiento de hongos e insectos (Marriaga, 2013).

FECHAS DE SIEMBRA

La fecha de siembra está influenciada por las condiciones de clima. La germinación óptima del maíz se obtiene con temperaturas de 18 a 21 °C, disminuyendo significativamente con temperaturas menores de 13 °C se pueden manejar dos épocas de siembra, la primera del 1 de abril al 31 de mayo para la siembra de primavera, bajo condiciones de riego. La segunda del 1 de junio al 15 de julio para la siembra de verano, que puede ser de temporal o de riego (Jurado et al., 2014).



Figura 20. Siembra de maíz. Foto:Fedefruta.cl.

CARACTERISTICAS TAXONOMICAS Y MORFOLOGICAS DEL MAÍZ

Clasificación botánica del maíz

De acuerdo con la clasificación efectuada por OECD (Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo), en la clasificación para el maíz del hemisferio occidental los géneros *Zea* y *Tripsacum* son incluidos en la Tribu Maydeae (OECD, 2003).

Cuadro 4. Clasificación del género *Zea* de la Tribu Maydeae del hemisferio occidental y el género *Tripsacum* (OECD, 2003).

Familia: Poaceae

Subfamilia: Panicoideae

Tribu: Maydeae

Hemisferio occidental:

Genero *Zea*

Sección ZEA

Zea mays L. (maize)

Zea mays subsp. *Mays* (L.) Iltis (maize, 2n=20)

Zea mays subsp. *Mexicana* (Schrader) Iltis (teocintle, 2n=20)

race Nobogame

race Central Plateau

race Durango

race Chalco

Zea mays subsp. Parviglumis Iltis and Doebley (teocintle, 2n=20)

Var. *parviglumis* Iltis and Doebley (=race Balsas)

Var. *huehuetenangensis* Doebley (=race Huehuetenango)

Sección G LUXURIANTES Doebley and and Iltis

Zea diploperennis Iltis, Doebley and Guzman (perennial teocintle, 2n=20)

Zea luxurians (Durieu) Bird (Teocintle, 2n=20)

Zea nicaraguensis (2n=20?)

Zea perennis (Hitchc.) Reeves and Mangelsdorf (2n=40)

Genero *Tripsacum*

T. andersonii (2n=64)

T. australe (2n=36)

T. bravum (2n=36,72)

T. cundinamarce (2n=36)

T. dactyloides (2n=72)

T. floridanum (2n=36)

T. intermedium (2n=72)

T. manisuroides (2n=36)

T. latifolium (2n=36)

T. peruvianum (2n=72,90,108)

T. zopilotense (2n=36,72)

T. jalapense (2n=72)

T. lanceolatum (2n=72)

T. laxum (2n=36?)

T. maizar (2n=36,72)

T. pilosum (2n=72)

Botánica

La planta del maíz es de porte robusto de fácil desarrollo y de producción anual.

Raíces

Las raíces seminales se desarrollan a partir de la radícula de la semilla a la profundidad a la que ha sido sembrada. El crecimiento de esas raíces disminuye después que la plúmula emerge, por encima de la superficie del suelo y virtualmente detiene completamente su crecimiento en la etapa de tres hojas de la plántula. Las primeras raíces adventicias inician su desarrollo a partir del primer nudo en el extremo del mesocotilo. Esto ocurre por lo general a una profundidad uniforme, sin relación con la profundidad a que fue colocada la semilla. Un grupo de raíces adventicias se desarrolla a partir de cada nudo sucesivo hasta llegar a entre siete y diez nudos, todos debajo de la superficie del suelo. Estas raíces adventicias se desarrollan en una red espesa de raíces fibrosas. El sistema de raíces seminales mencionado antes puede continuar activo durante toda la vida de la planta, pero sus funciones son insignificantes. El sistema de raíces adventicias es el principal sistema de fijación de la planta y además absorbe agua y nutrimentos.

Mistrik y Mistrikova (1995) encontraron que el sistema de raíces adventicias seminales constituye cerca del 52% y que el sistema de nudos de las raíces es el 48% de la masa total de raíces de la planta de maíz.

Algunas raíces adventicias o raíces de anclaje emergen a dos o tres nudos por encima de la superficie del suelo; en algunos cultivares de maíz también se pueden desarrollar en un número mayor de nudos. La principal función de estas raíces es mantener la planta erecta y evitar su vuelco en condiciones normales. Se cree ahora

que estas raíces también colaboran en la absorción de agua y nutrimentos (Feldman, 1994).

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

- Raíz seminal o principal: Se origina en la radícula luego de la germinación. Esta tiene una duración de 2 a 3 semanas máximo. Están representadas por un grupo de 1 a 4 raíces, las cuales van a suministrar anclaje y nutrientes a la semilla.
- Raíces adventicias: El sistema radical de una planta de maíz es casi totalmente del tipo adventicio. Estas se originan después de las raíces principales. Pueden alcanzar hasta 2 m de profundidad (*Caroline et al.*, 1973).
- Raíces de sostén o soporte: Este tipo de raíces se originan en los nudos, cerca de la superficie del suelo. Proporcionan una mayor estabilidad y disminuyen problemas de acame. Las raíces de sostén tienen la capacidad de realizar la fotosíntesis. Además, pueden absorber fácilmente fósforo (*Caroline et al.*, 1973).

La raíz es un órgano fundamental cuya función principal es la de anclar a la planta y la de absorber agua y minerales. Por lo tanto, un sistema radical sano es determinante en el desarrollo de todos sus órganos aéreos (Gould y Shaw, 1983;tuberosa y salvi,2007).

Ospina (2015) Sostiene que la raíz es el primer componente del embrión que brota cuando la semilla germina, las raíces pueden profundizar hasta 1,8m. El sistema radical presenta tres tipos de raíces:

- Las raíces primarias. .
- Las raíces adventicias.
- Las raíces de sostén

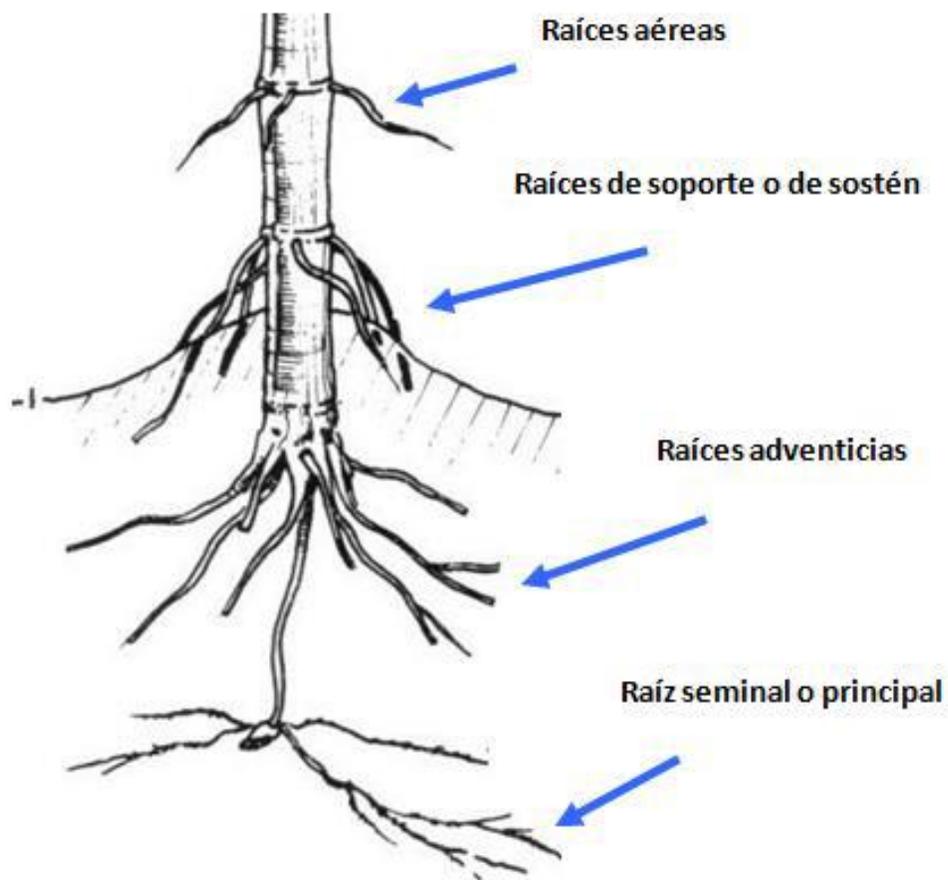


Figura 21. Raíz de maíz. Gould et al., 2007.

Tallo

Ospina (2015) Señala que el tallo es el soporte de hojas, flores, frutos y semillas, su función es transportar sales minerales y agua desde la raíz hasta la parte aérea de la planta; está compuesto por una epidermis exterior protectora, una pared de haces vasculares y una médula de tejido esponjoso color blanco.

Esaú (1977) Indicó que el tallo tiene tres componentes importantes en sus tejidos: La corteza o epidermis, los haces vasculares y la médula. Los haces vasculares están ordenados en círculos concéntricos con una mayor densidad de haces y anillos más cercanos hacia la zona periférica epidérmica; su densidad se reduce hacia el centro del tallo. La mayor concentración de haces vasculares debajo de la epidermis proporciona al tallo resistencia contra el vuelco.

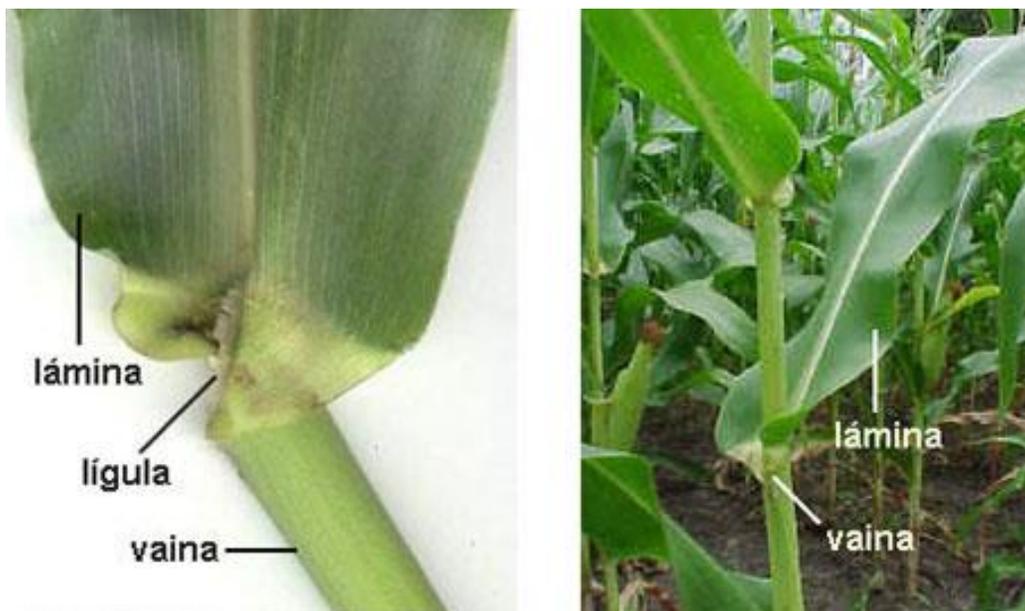


Figura 22. Tallo de maíz. Foto:agrotendencia.tv.

Hojas

Ospina (2015) Menciona que la planta de maíz posee entre 15 y 30 hojas que crecen en la parte superior de los nudos, la cara superior de la hoja es pilosa, y la cara inferior es glabra, tiene numerosas estomas que permiten el proceso respiratorio.

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

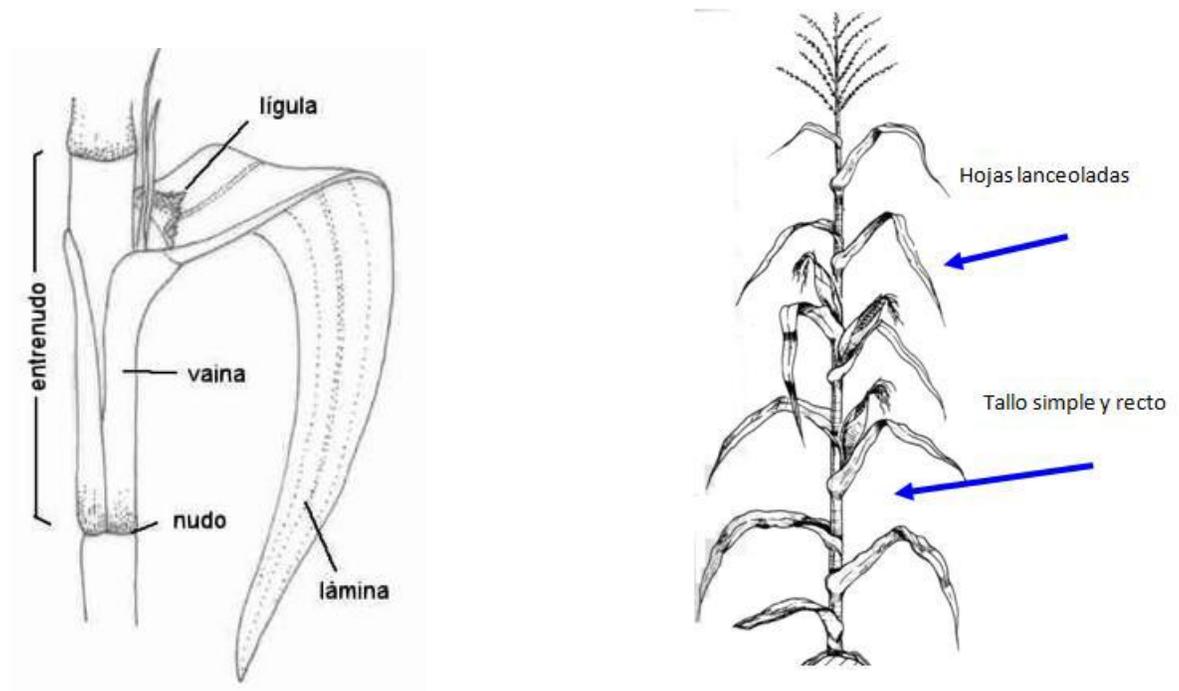


Figura 23. Hoja de maíz

Inflorescencia

Ospina (2015) Menciona que el maíz es una planta monoica, es decir, presenta en la misma planta flores masculinas y femeninas. Las flores masculinas se agrupan en una panícula terminal llamada espiga, y las femeninas se reúnen en varias panojas o mazorcas que nacen de las axilas de las hojas del tercio medio de la planta.

La inflorescencia masculina

Galinat (1994) Señala que es la terminación del tallo principal y está formada por una espiga central y varias ramas laterales, organizada en una panícula laxa. Aquí se asientan las flores masculinas agrupadas en espiguillas pareadas, una de las cuales es pedicelada y la otra es sésil. Cada espiguilla posee dos florecillas funcionales y cada una de estas posee tres anteras productoras de polen. La polinización se efectúa mediante la caída libre del polen sobre los estigmas.

Dellaporta *et al.* (1994) la inflorescencia masculina o panoja se desarrolla en el punto de crecimiento apical en el extremo superior de la planta.

La inflorescencia femenina

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

Dellaporta *et al.* (1994) Explica que la inflorescencia femenina o mazorca crece a partir de las yemas apicales en las axilas de las hojas



Figura 24. Inflorescencia femenina del maíz

Semilla

Ospina (2015) Señala que es el fruto de la planta, compuesto por una cariósida que consta de tres partes: La pared, el endosperma triploide y el embrión diploide. Los granos se organizan en hileras cada una con 30 a 60 granos, una mazorca puede tener de 400 a 1000 granos.

Onderdonk (1972) Menciona que la cubierta o capa de la semilla (fruto) se llama pericarpio. Es dura, por debajo se encuentra la capa de aleurona, que le da el color al grano (blanco, amarillo, morado) y contiene proteínas. Interiormente está el endosperma, con el 85-90% del peso del grano. El embrión está formado por la radícula y la plúmula, ubicándose en el escutelo, localizado en la parte inferior del grano donde va adherido a la tusa o raquis.

Paliwal (2001) Señala que el grano o fruto del maíz es un cariopse. La pared del ovario o pericarpio está fundida con la cubierta de la semilla o testa y ambas están combinadas conjuntamente para conformar la pared del fruto. El fruto maduro consiste de tres partes principales: la pared, el embrión diploide y el endosperma triploide. La parte más externa del endosperma en contacto con la pared del fruto es la capa de aleurona.

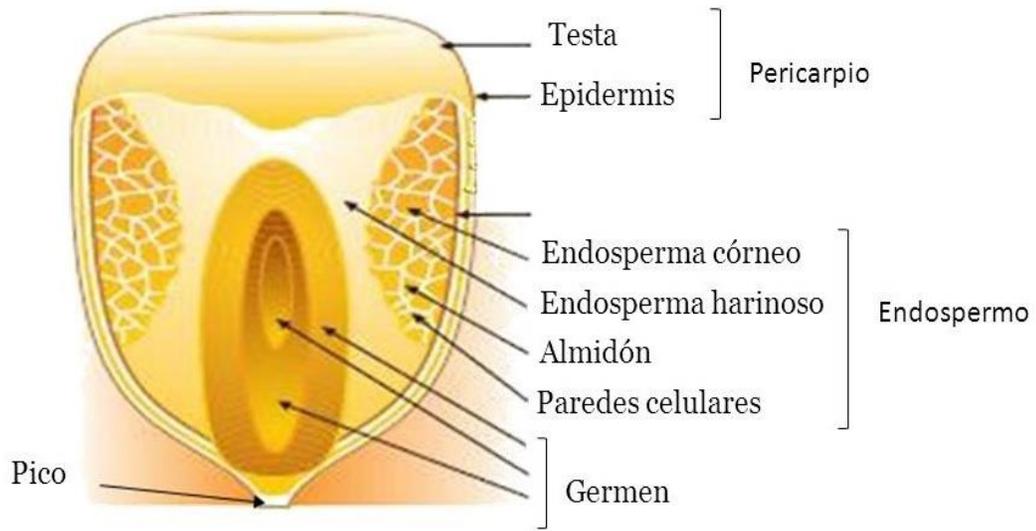


Figura 25. Morfología de semilla del maíz

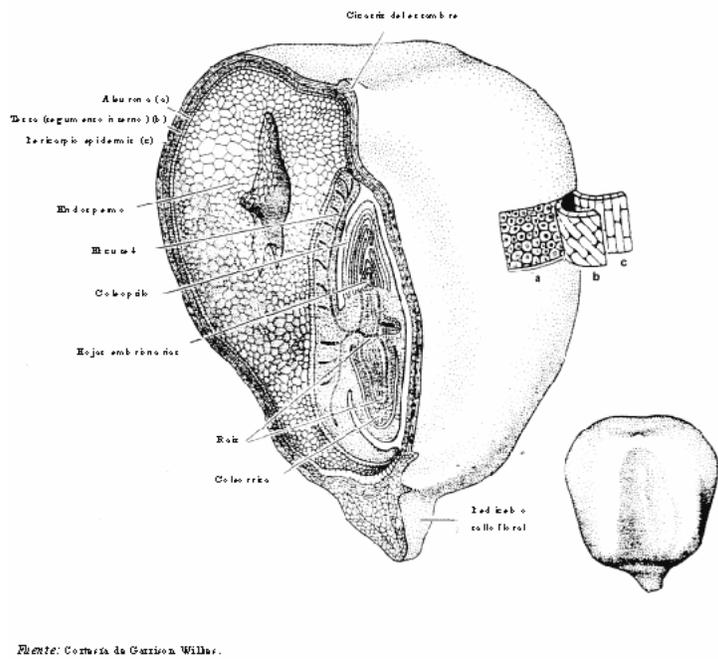


Figura 26. Morfología de la semilla de maíz. Imagen: Garrison W.

CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA DE MAÍZ

Plantas con tolerancia al acame

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

El acame de raíces en maíz es definido por Poehlman (1979) como la caída o quiebra de las plantas antes de la cosecha, estimándose las pérdidas de producción entre 5 y 25 %, especialmente cuando la misma es realizada mecánicamente (Zuber y Kang, 1978). Thompson (1972) Explico que el maíz a menudo es afectado por el acame, ya sea de raíz o de tallo. Se dice que una planta se acama de raíz cuando la parte más baja del tallo forma un ángulo de 45° o menos con la superficie del suelo. Hay acame del tallo cuando éste se quiebra debajo de la mazorca y la porción quebrada forma un ángulo de 45° o menos con el suelo.

Plantas tolerantes a insectos

Paliwal (2001) Señala que la tolerancia es un mecanismo de resistencia por el cual la planta demuestra una cierta capacidad para crecer y reproducirse o para reparar en cierta medida los daños, a pesar de soportar una población de insectos aproximadamente igual a aquella que causaría daños a un hospedante susceptible. Se ha encontrado que estos tres mecanismos son independientes de los caracteres genéticos, los cuales, sin embargo, están interrelacionados en sus efectos. En una variedad determinada, los genes para una o más de esas características pueden estar presentes, pero también pueden ser encontrados en otras variedades. Esto

favorece la oportunidad de desarrollar una resistencia acumulativa con los genes responsables por los distintos mecanismos de resistencia.

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

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

Tolerancia a enfermedades

Palilwal (2001) Indicó qué, por lo general, muchos de los programas de mejoramiento de maíz incluyen la resistencia a enfermedades como uno de los caracteres importantes para el mejoramiento y selección, junto con otros caracteres agronómicos. La mayor diferencia entre el proceso para la selección de cualquier carácter y la selección de caracteres para la resistencia a enfermedades es que esta última es un sistema de dos variables -hospedante y patógeno- en el cual ambos juegan un papel de igual importancia cuando se consideran los cruzamientos para resistencia a enfermedades. El elemento hospedante, o sea, el germoplasma de maíz, debería tener genes de resistencia a la enfermedad objeto de estudio o en caso contrario, los genes de resistencia deben ser transferidos de una fuente adecuada a la población para su mejoramiento.

EL CULTIVO DE MAÍZ EN EL BAJIO DE GUANAJUATO

Ubicación

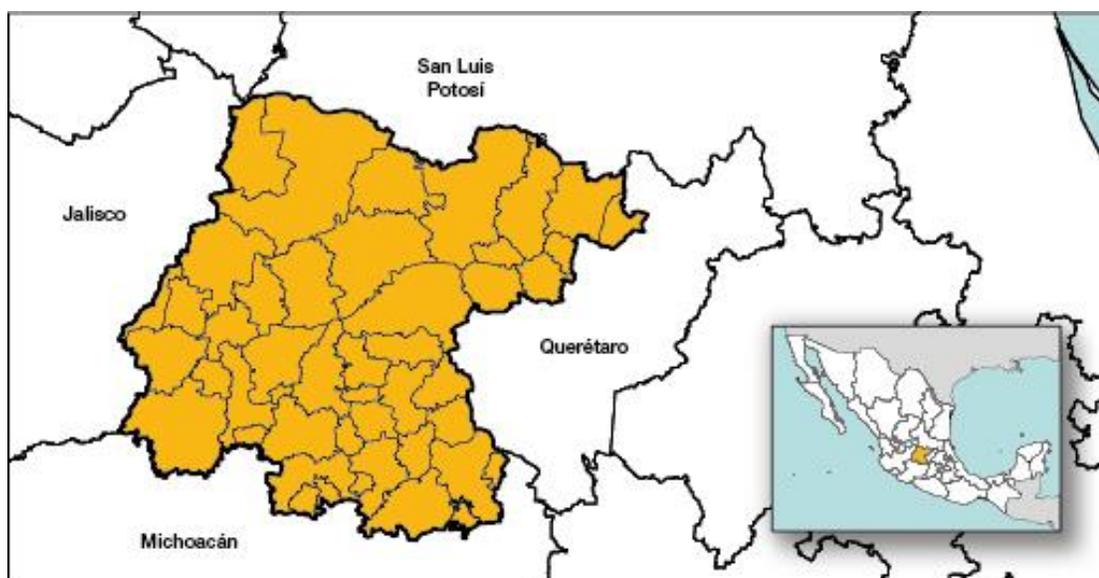


Figura 27. Ubicación del estado de Guanajuato. Foto: INEGI

La región del Bajío en el estado de Guanajuato, México, se ubica en las coordenadas al norte $21^{\circ} 50' 22''$, al oeste $102^{\circ} 05' 49''$. El estado de Guanajuato colinda al norte con Zacatecas y San Luis Potosí; al este con Querétaro; al sur con Michoacán de Ocampo; al oeste con Jalisco. La región presenta diferentes climas semicálido, templado, semiseco y seco. Al sur del estado la temperatura media anual es de 20.02 y la precipitación pluvial es de 690.7 mm anuales, se registran heladas en los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo. (INEGI, 2017). El estado de Guanajuato está cruzado por diversos accidentes orográficos, cuyas elevaciones fluctúan entre los 2 mil 300 y los 3 mil metros sobre el nivel del mar (INEGI, 2007).

Fisiografía

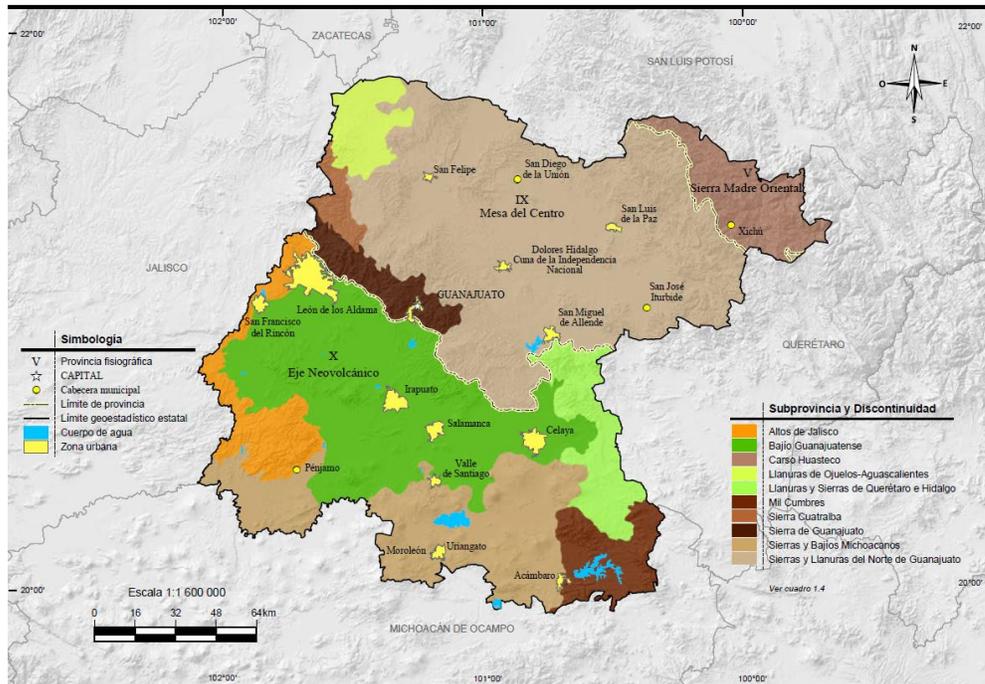


Figura 28. Fisiografía del estado de Guanajuato. Fuente: INEGI Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Fisiográfica Escala 1:1 000 000, serie I.

La fisiografía se distribuye de la siguiente manera:

- Altos de Jalisco
- Bajío de Guanajuato
- Carso huasteco
- Llanuras de ojuelos- Aguas Calientes
- Llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo
- Mil Cumbres
- Sierra cuatralba
- Sierra de Guanajuato
- Sierras y Bajíos Michoacanos
- Sierras y llanuras del Norte de Guanajuato (INEGI, 2007).

Climas

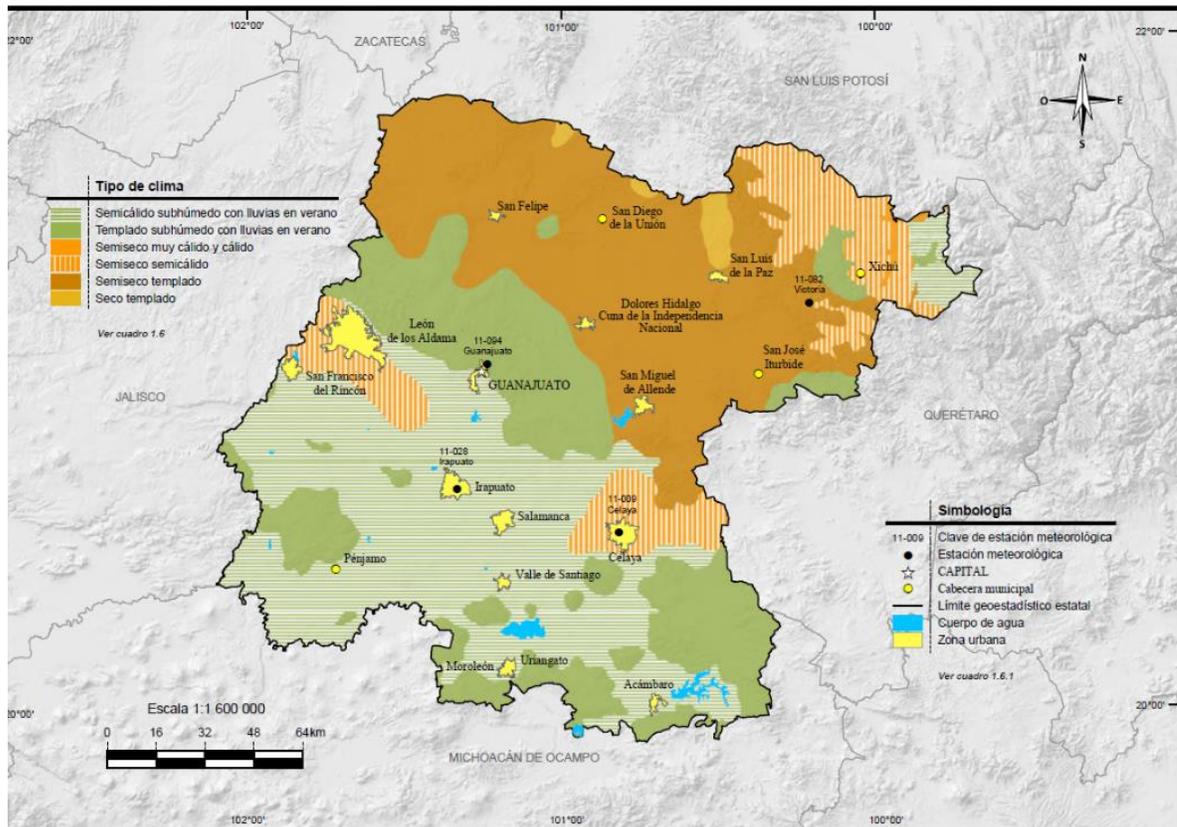


Figura 29. Climas del estado de Guanajuato. Fuente: INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta de Climas Escala 1:1 000 000, serie I.

Las características climáticas en el estado son:

- Semicálido subhúmedo con lluvias en verano
- Templado subhúmedo con lluvias en verano
- Semiseco muy cálido y cálido
- Semiseco semicálido
- Semiseco templado
- Seco templado (INEGI, 2007).

Temperatura

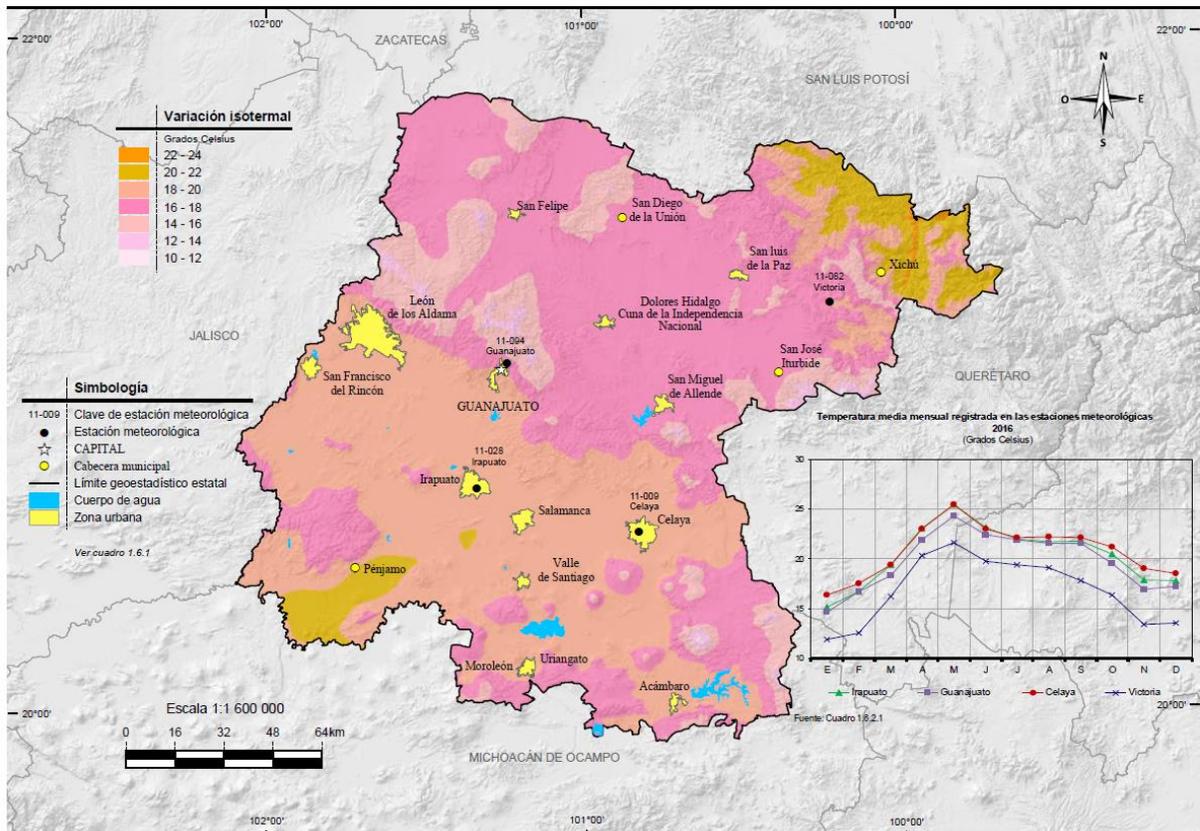


Figura 30. Temperaturas medias anuales del estado de Guanajuato. Fuente: INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta de Temperaturas Medias Anuales Escala 1:1 000 000, serie I.

Las temperaturas en grados Celsius en el estado varían desde:

- 22-24
- 20-22
- 18-20
- 16-18
- 14-16
- 12-14
- 10-12 (INEGI, 2007).

Distribución de la precipitación

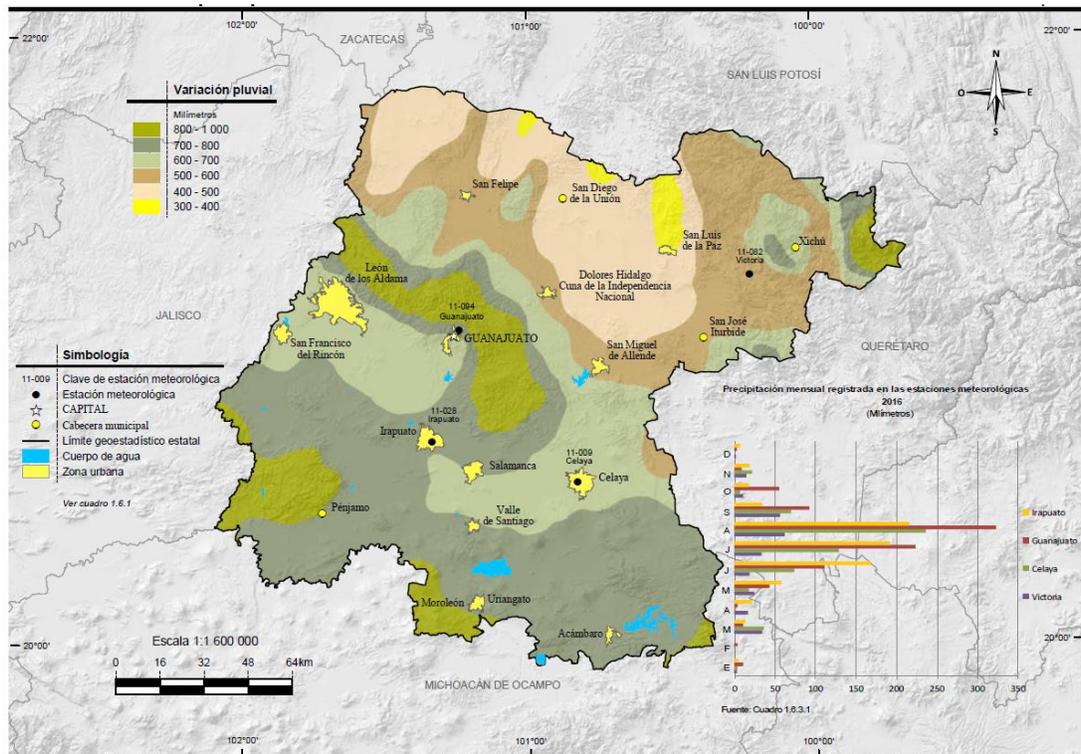


Figura 31. Distribución de la precipitación del estado de Guanajuato. Fuente: INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta de Precipitación Total Anual Escala 1:1 000 000, serie I.

La variación pluvial (milímetros) se presenta a continuación:

- 800-1000
- 700-800
- 600-700
- 500-600
- 400-500
- 300-400 (INEGI, 2007).

Suelos dominantes

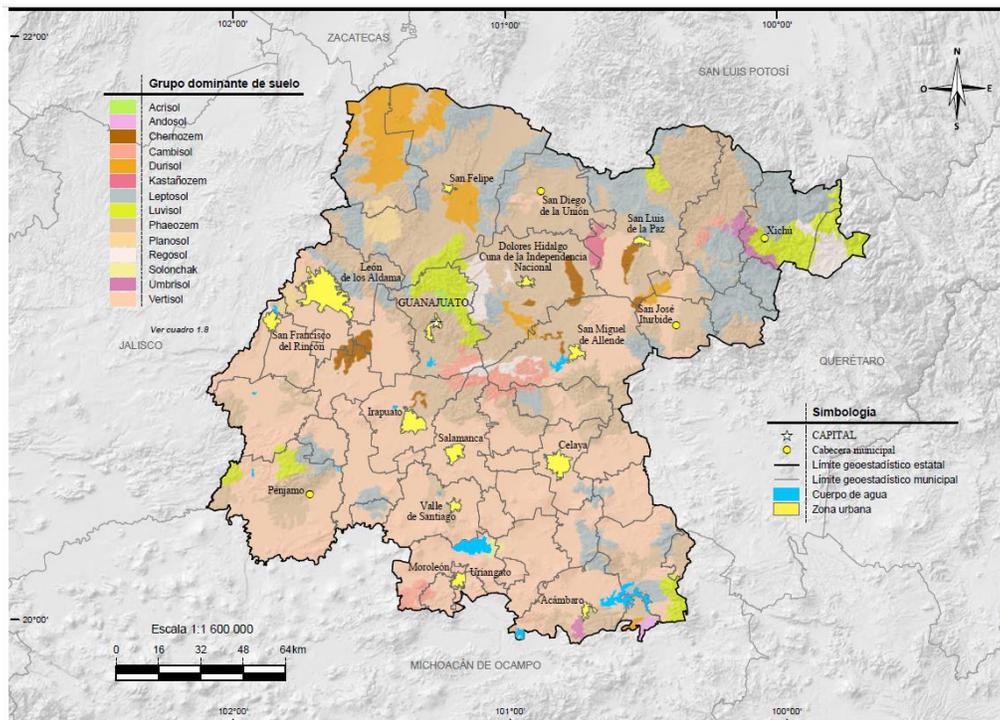


Figura 32. Suelos dominantes del estado de Guanajuato. Fuente: INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Vectoriales Edafológicos Escala 1:250 000, serie II.

Los suelos dominantes son:

- Acrisol
- Andosol
- Chernozem
- Cambisol
- Durisol, kastanozem, leptosol, luvisol, phaeozem, planosol, regosol, solonchak, umbrisol, versitol (INEGI, 2017)

En Guanajuato existen 15 tipos diferentes de suelos. Los más importantes por la extensión que ocupan son los Vertisoles y Phaeozem que en conjunto abarcan el 69.6% de la superficie estatal (INEGI, 2007).

Vegetación y agricultura

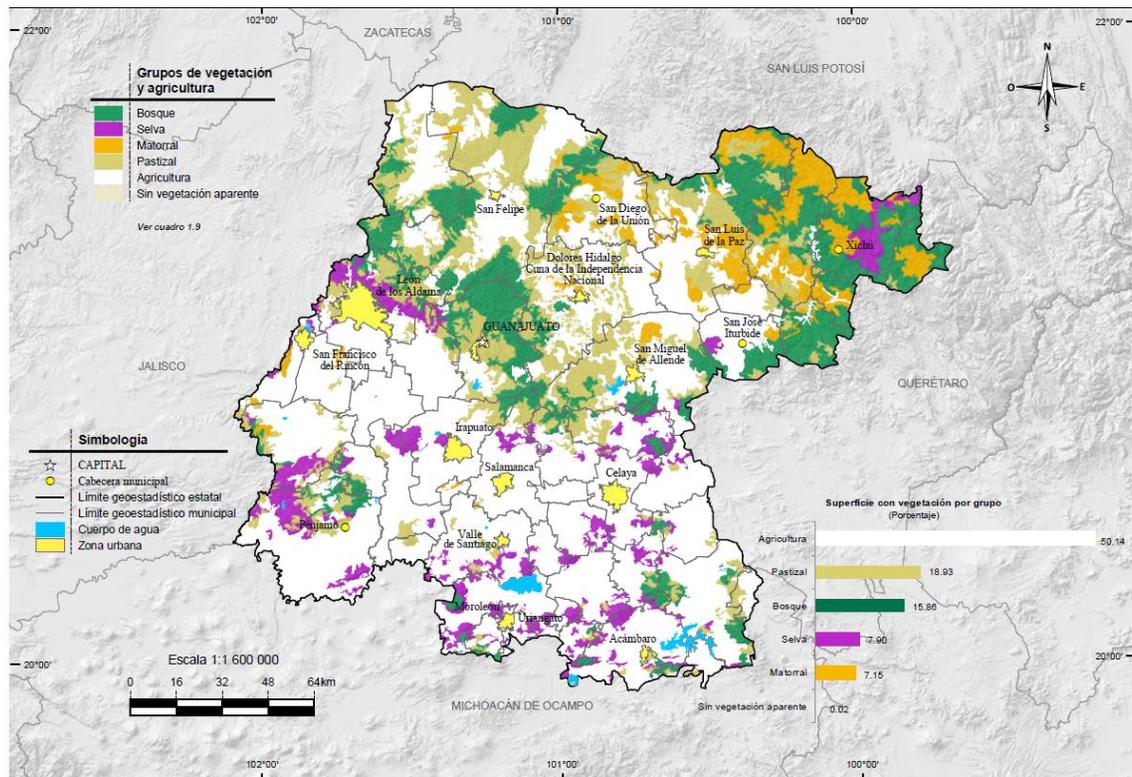


Figura 33. Vegetación y agricultura del estado de Guanajuato.

Foto: INEGI

Los grupos de vegetación y agricultura son:

- Bosque
- Selva
- Matorral
- Pastizal
- Agricultura
- Sin vegetación aparente (INEGI, 2007).

Ciclo agrícola

Primavera-verano es el ciclo para el cultivo de maíz de riego, temporal y punta de riego en el bajío (SAGARPA, 2015).

Descripción del área

Para el cultivo de maíz de riego, temporal y punta de riego es:

Altitud: De 1,400 a 1, 800 metros sobre el nivel medio del mar.

Temperatura: De 18 a 24 °C (SAGARPA, 2015).



Figura 34. Cultivo de maíz. Foto: hidroenv.com

Preparación del terreno

Las actividades de preparación de terreno comúnmente conocidas en el bajo consisten en realizar el subsuelo a la línea (es decir en dirección del surco), el subsuelo “atravesado”, rastrear y surcar de tal manera que sea una cama o surco.



Figura 35. Preparación de surco. Foto: fedefruta.cl



Figura 36. Arado y rastreado. Foto:agricultores.com

Cultivo de maíz de riego:

Labranza tradicional: Barbecho, 1-2 pasos de rastra y nivelación.

Labranza de conservación: Primer año. Subsolear o barbechar, rastrear, nivelar (con láser), formar camas o surcos y sembrar. Segundo año en adelante, solo reformar las camas o surcos (si es necesario) para favorecer la conducción del agua (SAGARPA, 2015).



Figura 37. Riego rodado. Foto: Agrosintesis.com

Cultivo de maíz de temporal:

Labranza tradicional: Barbecho, un paso de rastra y nivelación o empareje.

Labranza de conservación: El primer año, subsolear o barbechar, rastrear, nivelar (con láser), formar camas y sembrar. Segundo año en adelante, solo reformar las camas (si es necesario) para favorecer la conducción del agua (SAGARPA, 2015).

Cultivo de maíz punta de riego:

Labranza tradicional: Barbecho, 1-2 pasos de rastra, nivelación.

Labranza de conservación: Primer año. Subsolear, barbechar, rastrear, nivelar (con láser), formar camas, sembrar. Segundo año en adelante. Sólo reformar las camas (si es necesario) para favorecer la conducción del agua (SAGARPA, 2015).

Siembra y profundidad de siembra

Algunos agricultores tienen una época de siembra del 15 de junio al 6 de julio dependiendo de las lluvias con una profundidad de 5 cm y en punta de riego de 10 a 15 cm de profundidad (SAGARPA, 2015).

La siembra puede hacerse en forma manual y mecánica, tanto a hilera sencilla como a doble hilera, en este caso la semilla se distribuye en tresbolillo o zig-zag, con una separación entre hileras de 25 centímetros. La separación entre semillas dependerá del surcado, con surcos a 75 centímetros a una hilera se deberá colocar una semilla cada 15 centímetros, mientras que a doble hilera se deberá colocar una semilla cada 30 centímetros; para surcos de 80 centímetros a hilera sencilla y a doble hilera

se deberán colocar las semillas a distancias de 14 y 29 centímetros, respectivamente. En suelos arcillosos la semilla se debe depositar entre 5 y 7 centímetros de profundidad y en los arenosos, entre 7 y 10 centímetros de preferencia en suelo húmedo o cuando la tierra esté a “punto de siembra” (SAGARPA, 2015).

Cultivo de maíz de riego:

La siembra puede hacerse en forma manual y mecánica, tanto a hilera sencilla como a doble hilera, en este caso la semilla se distribuye en tresbolillo o zig-zag, con una separación entre hileras de 25 centímetros. La separación entre semillas dependerá del surcado, con surcos a 75 centímetros a una hilera se deberá colocar una semilla cada 15 centímetros, mientras que a doble hilera se deberá colocar una semilla cada 30 centímetros; para surcos de 80 centímetros a hilera sencilla y a doble hilera se deberán colocar las semillas a distancias de 14 y 29 centímetros, respectivamente (SAGARPA, 2015).

En suelos arcillosos la semilla se debe depositar entre 5 y 7 centímetros de profundidad y en los arenosos, entre 7 y 10 centímetros, de preferencia en suelo húmedo o cuando la tierra esté a “punto de siembra” (SAGARPA, 2015).

Cultivo de maíz de temporal:

La siembra puede hacerse en forma manual y mecánica, tanto a hilera sencilla. La profundidad de la siembra dependerá de la humedad y tipo de suelo: en suelos arcillosos la semilla se debe depositar a una profundidad de 7 centímetros; en suelos arenosos se puede sembrar a 10 centímetros de profundidad, de preferencia en suelo húmedo o cuando la tierra esté a “punto de siembra” (SAGARPA, 2015).

Cultivo de maíz punta de riego:

La siembra puede hacerse en forma manual y mecánica, tanto a hilera sencilla como a doble hilera, en este caso la semilla se distribuye en tresbolillo o zig-zag, con una separación entre hileras de 25 centímetros.

La separación entre semillas dependerá del surcado, con surcos a 75 centímetros a una hilera se deberá colocar una semilla cada 15 centímetros, mientras que a doble hilera se deberá colocar una semilla cada 30 centímetros; para surcos de 80 centímetros a hilera sencilla y a doble hilera se deberán colocar las semillas a distancias de 14 y 29 centímetros, respectivamente. En suelos arcillosos la semilla se debe depositar entre 5 y 7 centímetros de profundidad y en los arenosos, entre 7 y 10 centímetros, de preferencia en suelo húmedo o cuando la tierra esté a “punto de siembra” (SAGARPA, 2015).



Figura 38. Riego antes de sembrar. Foto: Agrosusan.blog

Fecha de siembra

Cultivo de maíz de riego:

El estado de Guanajuato se divide en dos grandes regiones y de acuerdo con ellas se tienen las siguientes recomendaciones de siembra:

Región norte: Del 10 de abril al 20 de mayo.

Región centro y sur: Del 20 de marzo al 30 de abril.

Es importante seleccionar el híbrido a sembrar por su ciclo vegetativo, para que se adecue a la estación de crecimiento o rotación de cultivo que desee (SAGARPA, 2015).

Cultivo de maíz de temporal:

Para el caso de temporal bueno en el bajío la fecha de siembra recomendada es desde el inicio del temporal hasta el 20 de junio. Para temporal regular (450-650 milímetros) en el bajío la fecha de siembra recomendada es desde el inicio del temporal y hasta el 30 de julio. Para temporal crítico (<450 milímetros) del norte del estado se recomienda sembrar desde el inicio del temporal y hasta el 15 de julio. Es importante seleccionar el híbrido o variedad por su ciclo vegetativo, para que se adecue a la fecha de siembra (SAGARPA, 2015).

Cultivo de maíz punta de riego:

El estado de Guanajuato se divide en dos grandes regiones y de acuerdo con ellas se tienen las siguientes recomendaciones de siembra:

Región norte: del 15 de mayo al 15 de junio.

Región centro y sur: Del 1ro de mayo al 30 de junio.

Es importante seleccionar el híbrido a sembrar por su ciclo vegetativo, para que se adecue a la estación de crecimiento o rotación de cultivo que desee (SAGARPA, 2015).

Densidad de siembra

Cultivo de maíz de riego:

En general se recomienda establecer de 85,000 a 95,000 semillas por hectárea (SAGARPA, 2015).

Cultivo de maíz de temporal:

En general se recomienda establecer de 60,000 a 70,000 semillas por hectárea (SAGARPA, 2015).

Cultivo de maíz punta de riego:

En general se recomienda establecer de 85,000 a 90,000 semillas por hectárea (SAGARPA, 2015).



Figura 39. Densidad de siembra en el cultivo de maíz. Foto: Agrosintesis.com

Riegos

Cultivo de maíz de riego:

- *Primer riego:* En la fase de germinación regar inmediatamente después de siembra, aplicar una lámina de riego neta de 15 a 18 centímetros, según el tipo de suelo (SAGARPA, 2015).
- *Segundo riego:* En la fase de diferenciación floral de órganos reproductivos (35 a 45 días después de nacencia), según híbrido y variedad utilizada, fecha de siembra y condiciones climatológicas, aplicar una lámina de riego neta de 13 a 16 centímetros, según tipo de suelo y evapotranspiración del cultivo (SAGARPA, 2015).



Figura 40. Riego rodado en el cultivo de maíz. Foto: debate.com.mx



Figura 41. Riego rodado. Foto: Inifapcirne.gob.mx

Cultivo de maíz de temporal: Sujeto a la temporada de lluvias (SAGARPA, 2015)



Figura 42. Cultivo de maíz de temporal. Foto: Estamosaqui.mx

Cultivo de maíz punta de riego:

Sólo se aplica el riego para la germinación es decir primer riego de germinación inmediatamente después de siembra; aplicar una lámina de riego neta de 25 centímetros (según tipo de suelo). Para un mejor aprovechamiento del agua de riego, es recomendable tener un terreno nivelado y un adecuado trazo de riego en función del tipo de suelo, configuración del terreno y gasto de agua disponible (SAGARPA, 2015).



Figura 43. Riego. Foto: agua.org.mx

Fertilización

Los fertilizantes químicos son productos de origen industrial que se aplican directamente al suelo o a las plantas, con el fin de proporcionar nutrientes a los cultivos para aumentar su productividad y favorecer su desarrollo, algunos ejemplos como la urea, sulfato de amonio, triple, nitrato de amonio o derivados del amoniaco entre otros. La fertilización es una práctica agronómica fácil de realizar, que consiste en aplicar fertilizantes para mantener las plantas sanas, bien nutridas y que

produzcan los máximos rendimientos. Según los datos resultantes del VIII Censo Agropecuario 2007, en 559 mil 363 hectáreas se aplicó algún fertilizante químico, lo cual representa el 54.3% de la superficie agrícola. Los municipios que más fertilizantes usan en orden de importancia son: Pénjamo, Irapuato, Valle de Santiago, Acámbaro, Salamanca, Abasolo, Salvatierra, Jerécuaro y Romita con una superficie en conjunto de 280 mil 120 hectáreas, que representa el 50.1 por ciento de la superficie que se fertiliza en el estado de Guanajuato (INEGI, 2007).

Los abonos naturales son una opción positiva para abatir la constante degradación de los terrenos agrícolas derivado del uso irracional de los fertilizantes químicos. A través de la descomposición de los abonos naturales, el suelo recibe los nutrientes necesarios para maximizar la fertilidad. Aunque en el mercado se ofrecen fertilizantes orgánicos, las ventas de los de origen químico superan con creces las de los naturales. Según los datos del Censo Agropecuario 2007, tan sólo se aplican abonos naturales en 87 mil 198 hectáreas, que representan el 8.5 por ciento de la superficie agrícola. De esta superficie los municipios que destacan en orden de importancia son: Irapuato, San Felipe, León, Abasolo, San Miguel de Allende, Pénjamo, Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, Salamanca y Romita, con una superficie en conjunto de 46 mil 294 hectáreas que equivale al 53.1 por ciento de la superficie en la cual se aplican los abonos naturales (INEGI, 2007).



Figura 44. Fertilización en cultivo de maíz. Foto: Elabcrural.com

Cultivo de maíz de riego:

La dosis de fertilización que se sugiere aplicar para cada región es de tipo general y cuando se requiera generar recomendaciones específicas, es necesario realizar un análisis de suelo para conocer la fertilidad del terreno.

Se sugiere la dosis de 240-40-00 (240 unidades de Nitrógeno, 40 de Fósforo y 00 de Potasio). El fraccionamiento de la fertilización es recomendable para incrementar la eficiencia de las aplicaciones. Si la cantidad total se divide en dos aplicaciones se recomienda aplicar 50% del fertilizante nitrogenado al momento de la siembra junto con todo el Fósforo, el resto de Nitrógeno se aplica 40 días después de la emergencia cuando el cultivo presenta entre 6 y 8 hojas completamente desarrolladas. Si la aplicación se divide en tres es aconsejable aplicar 35% de la dosis total de Nitrógeno más todo el Fósforo al momento de la siembra, 45% en la segunda escarda 40 días después de la emergencia del cultivo cuando el maíz cuenta con 6 y 8 hojas completamente desarrolladas, el resto del Nitrógeno se aconseja aplicar cuando el cultivo se encuentra en hoja bandera. Las fuentes de fertilización para Nitrógeno pueden ser el sulfato de amonio (20.5% N); nitrato de amonio (33.5% N); urea (46% N), fósforo como superfosfato de Calcio simple (19.5% P₂O₅) y superfosfato de Calcio triple (46% P₂O₅). Aunque diversos análisis de suelo indican la suficiencia de este elemento en el suelo en la entidad se pueden presentar deficiencias de dicho nutriente por lo que es aconsejable un análisis de suelo antes del establecimiento del cultivo o en su defecto la corrección de deficiencias en el cultivo por medio de la fertilización foliar (SAGARPA, 2015).



Figura 45. Fertilización mecánica. Foto: researchgate.com

Cultivo de maíz de temporal:

La variedad V-322 requiere de la dosis de 100-40-00 en suelo profundo y 80-40-00 en suelos delgados, en ambos casos para suelos de textura arcillosa, en suelos de textura media a gruesa, a las fórmulas anteriores se adicionan 20 kilogramos de Fósforo. Con el fin de aprovechar mejor el fertilizante, se sugiere aplicar la mitad del Nitrógeno y todo el Fósforo al momento de la siembra y la otra mitad del Nitrógeno en la primera escarda dependiendo de la disponibilidad de humedad en el suelo (SAGARPA, 2015).

Para los híbridos referidos en el cuadro anterior, se sugiere la fórmula 120-40-00 en suelo profundo y la 90-40-00 en suelos delgados, en ambos casos para suelos de textura arcillosa; en suelos de textura media a gruesa, a las fórmulas anteriores se adicionan 20 kilogramos de Fósforo. Con el fin de aprovechar mejor el fertilizante, se sugiere aplicar la mitad del Nitrógeno y todo el Fósforo al momento de la siembra y la otra mitad del Nitrógeno en la primera escarda dependiendo de la disponibilidad de humedad en el suelo (SAGARPA, 2015).

Las fuentes de fertilización para Nitrógeno pueden ser el sulfato de amonio (20.5% N); nitrato de amonio (33.5% N), urea (46% N), fósforo como superfosfato de Calcio simple (19.5% P₂O₅) y superfosfato de Calcio triple (46% P₂O₅) (SAGARPA, 2015).

Cultivo de maíz punta de riego:

La dosis de fertilización que se sugiere aplicar para cada región es de tipo general y cuando se requiera generar recomendaciones específicas, es necesario realizar un análisis de suelo para conocer la fertilidad del terreno (SAGARPA, 2015).

Se sugiere la dosis de 180-40-00 es decir 190 unidades de Nitrógeno, 40 de Fósforo y 00 de Potasio (SAGARPA, 2015).

Por facilidad operativa, es deseable aplicar la fertilización al momento de la siembra, sin embargo el fraccionamiento de la fertilización incrementa la eficiencia en su aplicación por lo que el fertilizante se puede dividir en dos aplicaciones 50% del Nitrógeno y 100% del Fósforo a la siembra y el resto de Nitrógeno se aplica 40 días después de la emergencia en la segunda escarda, cuando el cultivo presenta entre 6 y ocho hojas completamente desarrolladas, asegurándose de que el suelo presente la humedad suficiente para que el Nitrógeno sea aprovechado por la planta (SAGARPA, 2015).

Las fuentes de fertilización para Nitrógeno pueden ser el sulfato de amonio (20.5% N), nitrato de amonio (33.5% N) y urea (46% N).

Fósforo como superfosfato de Calcio simple (19.5% P₂O₅) y superfosfato de Calcio triple (46% P₂O₅) (SAGARPA, 2015).

Aunque diversos análisis de suelo indican la suficiencia de este elemento en el suelo en la entidad se pueden presentar deficiencias de dicho nutriente por lo que es aconsejable un análisis de suelo antes del establecimiento del cultivo o en su defecto la corrección de deficiencias en el cultivo por medio de la fertilización foliar (SAGARPA, 2015).

Biofertilizacion

Cultivo de maíz de riego:

Como complemento de fertilización, es ampliamente recomendable realizar la biofertilización al cultivo, la cual ayudará plenamente a optimizar el proceso

productivo y paulatinamente a través del tiempo, por un lado, permitirá ir disminuyendo la dosis de fertilización química, por otra parte, podrá ir fortaleciendo la fertilidad del suelo.

Se recomienda la aplicación de Glomus intraradices (Micorriza inifap) considerando las siguientes indicaciones:

- *Época de aplicación:* Los biofertilizantes deben ir adheridos a la semilla, mezclándolos con la semilla un día antes o al momento de la siembra y en la sombra. En caso de realizar la siembra mecanizada dejar secar la semilla a la sombra.
- *Dosis de aplicación:* En el caso de semilla certificada tratada con fungicida, se debe de aplicar dos bolsas de Micorriza inifap (presentación de un kilogramo) para la cantidad de semilla de una hectárea. En caso de semilla certificada que no esté tratada con fungicida se puede reducir la dosis de biofertilización a una bolsa de cada producto (SAGARPA, 2015).

Cultivo de maíz de temporal:

Como complemento de fertilización, es ampliamente recomendable realizar la biofertilización al cultivo, la cual ayudará plenamente a optimizar el proceso productivo y paulatinamente a través del tiempo, por un lado, permitirá ir disminuyendo la dosis de fertilización química, por otra parte, podrá ir fortaleciendo la fertilidad del suelo.

Se recomienda la aplicación de Glomus intraradices (Micorriza inifap) considerando las siguientes indicaciones: de la siembra y en la sombra. En caso de realizar la siembra mecanizada dejar secar la semilla a la sombra.

- *Dosis de aplicación:* En el caso de semilla certificada tratada con fungicida, se debe de aplicar dos bolsas de Micorriza inifap (presentación de un kilogramo) para la cantidad de semilla de una hectárea. En caso de semilla certificada que no esté tratada con fungicida se puede reducir la dosis de biofertilización a una bolsa de cada producto.
- *Época de aplicación:* Los biofertilizantes deben ir adheridos a la semilla, mezclándolos con la semilla un día antes o al momento (SAGARPA, 2015).

Cultivo de maíz punta de riego:

Como complemento de fertilización, es ampliamente recomendable realizar la biofertilización al cultivo, la cual ayudará plenamente a optimizar el proceso productivo y paulatinamente a través del tiempo, por un lado, permitirá ir disminuyendo la dosis de fertilización química, por otra parte, podrá ir fortaleciendo la fertilidad del suelo. Se recomienda la aplicación de Glomus intraradices (Micorriza inifap) considerando las siguientes indicaciones:

- *Época de aplicación:* Los biofertilizantes deben ir adheridos a la semilla, mezclándolos con la semilla un día antes o al momento de la siembra y en la sombra. En caso de realizar la siembra mecanizada dejar secar la semilla a la sombra.

Dosis de aplicación: En el caso de semilla certificada tratada con fungicida, se debe de aplicar dos bolsas de Micorriza inifap (presentación de un kilogramo) para la cantidad de semilla de una hectárea (SAGARPA, 2015).

En caso de semilla certificada que no esté tratada con fungicida se puede reducir la dosis de biofertilización a una bolsa de cada producto (SAGARPA, 2015).

Fertilización foliar

Cultivo de maíz de riego:

- En el bajío las deficiencias de Zinc y Fierro son bastante comunes en maíz, para atender este problema, una opción es aplicar soluciones de sulfato ferroso 1-2% o sulfato de Zinc 0.5-1.0% mezclando con urea al 1%, otra alternativa es emplear quelatos de dichos elementos para corregir estas deficiencias (SAGARPA, 2015).

Cultivo de maíz de temporal:

Opcional según la condición de la planta (recomendable análisis foliar).

- En el bajío las deficiencias de Zinc y Fierro son bastante comunes en maíz, para atender este problema, una opción es aplicar soluciones de sulfato ferroso 1-2% o sulfato de Zinc 0.5-1.0% mezclando con urea al 1%, otra alternativa es emplear quelatos de dichos elementos para corregir estas deficiencias (SAGARPA, 2015).

Cultivo de maíz punta de riego:

Opcional según la condición de la planta (recomendable análisis foliar).

- En el bajío las deficiencias de Zinc y Fierro son bastante comunes en maíz, para atender este problema, una opción es aplicar soluciones de sulfato ferroso 1 a 2% o sulfato de Zinc 0.5 a 1.0% mezclando con urea al 1%, otra alternativa es emplear quelatos de dichos elementos para corregir estas deficiencias (SAGARPA, 2015).

Numero de cultivos

Para el cultivo de riego, temporal y punta de riego, una o dos escardas en labranza tradicional y en labranza de conservación se reforman las camas, sólo si el trazo de riego está muy deteriorado (SAGARPA, 2015).



Figura 46. Reformación de camas. Foto: lemaprod.com



Figura 47. Trazo reafirmado. Foto: hydroenv.com.mx

Control de maleza

La maleza es uno de los principales factores biológicos que limitan la producción de los cultivos, ya que compiten con el cultivo por la luz, espacio, nutrimentos y principalmente agua; los problemas y daños que causan son: reducción de rendimiento, dificultad y encarecimiento de la cosecha mecánica. A partir del año de 1940 se comenzaron a sintetizar los primeros herbicidas, lo que supuso toda una revolución en la lucha contra las malas hierbas, reduciéndose notablemente la mano de obra y multiplicándose los rendimientos, especialmente en las explotaciones intensivas. Hoy en día existen herbicidas muy desarrollados, de amplio espectro y selectivos de gran eficacia. Los herbicidas son sustancias químicas que permiten destruir las malas hierbas, o influyen en su crecimiento de forma que no supongan un perjuicio para las otras plantas que interesa cultivar. Los primeros herbicidas que se emplearon fueron de origen mineral; se distinguen los de clorato de sodio, ácido sulfúrico, sulfato de hierro y sulfato de amonio. Posteriormente se desarrollaron herbicidas orgánicos, procedentes de sintetizar hormonas vegetales, las cuales pueden ser absorbidas por las hojas alterando su desarrollo. Otros herbicidas derivados de la urea tienen la propiedad de paralizar la fotosíntesis y destruir las raíces. En el estado de Guanajuato, de las 145 mil 932 unidades de producción con superficie agrícola, 72 mil 170 utilizan algún tipo de herbicida químico, esto representa el 49.5% y sólo en 4 mil 248 unidades se utilizan herbicidas naturales esto representa tan sólo el 2.9 por ciento del total de unidades de producción, lo que evidencia que la diferencia entre la utilización de herbicidas químicos y los orgánicos es muy marcada (INEGI, 2007).



Figura 48. Control de maleza. Foto: ciad.mx.

Herbicidas químicos

Existen herbicidas de amplio espectro, como los sintetizados a base de glifosato, que permiten controlar numerosas formas vegetales, su aplicación en las hojas aprovecha el efecto de la fotosíntesis para destruir las raíces, algunos permiten esterilizar el terreno y retrasar la aparición de las malas hierbas. Según los datos obtenidos del Censo Agropecuario 2007, de la superficie agrícola del estado en 460 mil 933 hectáreas (44.7%) se utilizan herbicidas químicos, de esta superficie los municipios que destacan son: Pénjamo, Valle de Santiago, Irapuato, Acámbaro, Salamanca, Abasolo, Romita, Salvatierra y Manuel Doblado con una superficie conjunta de 242 mil 100 hectáreas, correspondiente al 52.5 por ciento de la superficie agrícola mencionada líneas arriba (INEGI, 2007).

Herbicidas orgánicos

Los herbicidas orgánicos se obtienen de sintetizar hormonas vegetales, las cuales pueden ser absorbidas por las hojas de las malezas alterando su desarrollo. Los herbicidas pueden ser según su acción, de contacto cuando producen quemaduras en las hojas, y sistémico o traslaticos cuando son absorbidos por el sistema foliar o radicular de la planta. Según el ámbito de su acción pueden ser totales, cuando actúan sobre cualquier tipo de vegetación, y selectivos cuando actúan sólo sobre determinados tipos de plantas respetando otras que se encuentran en el mismo entorno. Los herbicidas selectivos son de los más utilizados por los agricultores, ya entre ellos se encuentran los que permiten el control de muchas monocotiledóneas de cultivo muy extendido, como las gramíneas (trigo, centeno, avena, entre otras), impidiendo el crecimiento de otras plantas indeseables. Muchos herbicidas permiten graduar el nivel de selectividad con respecto a las plantas que afectan o no, simplemente regulando el volumen de producto aplicado a la superficie a tratar y la estación del año en que se aplica. En la entidad, en tan sólo 25 mil 272 hectáreas

(2.5%) de la superficie agrícola se utilizan abonos naturales; de esta superficie los municipios que destacan son: León, Jerécuaro, Pénjamo, Irapuato, Purísima del Rincón, San Miguel de Allende, Valle de Santiago, San Felipe, Salamanca y Acámbaro, con una superficie en conjunto de 12 mil 500 hectáreas que representa el 49.5 por ciento de la superficie en que se utiliza este tipo de tecnología (INEGI, 2007).

Unidades de producción que emplean herbicidas

Miles de unidades



Figura 49. Unidades de producción que emplean herbicidas. Fuente: INEGI. VIII Censo Agrícola, Ganadero y forestal 2007.

Cultivo de maíz de riego:

Control preemergente: Atrazina 3.0 kilogramos (arenoso) y 4.0 kilogramos (arcilloso); Atrazina + Terbutrina, 1.5 litros + 1.5 litros (arenoso) y 2.0 litros + 2.0 litros (arcilloso); Atrazina + Prometrina, 2.0 litros + un kilogramo (arenoso) y 3.0 litros + 1.0 kilogramo (arcilloso); Atrazina + Metolachlor, 2.0 litros + 2.0 litros (arenoso) y 3.0 litros + 3.0 litros (arcilloso). Las dosis que se indican son por hectárea en aplicación total.

Control postemergente: 2,4 Da + Atrazina aplicación en estado de plántula de la maleza (1 a 2 hojas), en dosis de 480 gramos de ingrediente activo por hectárea. Para control de pastos, Nicosulfurón 1.0 a 1.5 litros por hectárea de material comercial. Si la aplicación se hace en banda, la dosis se reduce un 50% y la maleza del fondo del surco se elimina con escardas realizando la primera a los 20 días de emergido el cultivo, la segunda de 15 a 20 días después (SAGARPA, 2015).

Cultivo de maíz de temporal:

Control preemergente: Atrazina 3.0 kilogramos (arenoso) y 4.0 kilogramos (arcilloso); Atrazina + Terbutrina, 1.5 litros + 1.5 litros (arenoso) y 2.0 litros + 2.0 litros (arcilloso); Atrazina + Prometrina, 2.0 litros + un kilogramo (arenoso) y 3.0 litros + 1.0 kilogramo (arcilloso); Atrazina + Metolachlor, 2.0 litros + 2.0 litros (arenoso) y 3.0 litros + 3.0 litros (arcilloso). Las dosis que se indican son por hectárea en aplicación total.

Control postemergente: 2,4 Da + Atrazina aplicación en estado de plántula de la maleza (1 a 2 hojas), en dosis de 480 gramos de ingrediente activo por hectárea; Para control de pastos, Nicosulfurón 1.0 a 1.5 litros por hectárea de material comercial. Si la aplicación se hace en banda, la dosis se reduce un 50% y la maleza del fondo del surco se elimina con escardas realizando la primera a los 20 días de emergido el cultivo, la segunda de 15 a 20 días después (SAGARPA, 2015).

Cultivo de maíz punta de riego:

Control preemergente: Atrazina 3.0 kilogramos (arenoso) y 4.0

kilogramos (arcilloso); Atrazina + Terbutrina, 1.5 litros + 1.5 litros (arenoso) y 2.0 litros + 2.0 litros (arcilloso); Atrazina + Prometrina, 2.0 litros + un kilogramo (arenoso) y 3.0 litros + 1.0 kilogramo (arcilloso); Atrazina + Metolachlor, 2.0 litros + 2.0 litros (arenoso) y 3.0 litros + 3.0 litros (arcilloso). Las dosis que se indican son por hectárea en aplicación total.

Control postemergente: 2,4 Da + Atrazina aplicación en estado de plántula de la maleza (1 a 2 hojas), en dosis de 480 gramos de ingrediente activo por hectárea. Para control de pastos, Nicosulfurón 1.0 a 1.5 litros por hectárea de material comercial. Si la aplicación se hace en banda, la dosis se reduce un 50% y la maleza del fondo del surco se elimina con escardas realizando la primera a los 20 días de emergido el cultivo, la segunda de 15 a 20 días después (SAGARPA, 2015).



Figura 50. Aplicación de herbicidas. Foto: jornada.com.mx

Control de plagas y enfermedades

Insecticidas

Actualmente la agricultura propicia el uso intensivo de la tierra para beneficio del hombre, sin embargo, también ha provocado un desequilibrio ecológico con las plagas. La necesidad de proteger a los cultivos de las plagas ha favorecido la generación de diversas estrategias y tácticas de control-convivencia, prevención, erradicación y supresión que permitan obtener mayor rendimiento y mejor calidad en la producción agrícola. El uso de insecticidas químicos es marcadamente superior a la utilización de insecticidas orgánicos. De acuerdo a las cifras del Evento Censal del 2007, de las 145 mil 932 unidades de producción con superficie agrícola en el estado, en 50 mil 204 unidades (34.4%) se utilizan insecticidas químicos y tan sólo en 558 unidades (0.4%) recurren a la utilización de insecticidas naturales (INEGI, 2007).

Unidades de producción que emplean insecticidas. Miles de unidades

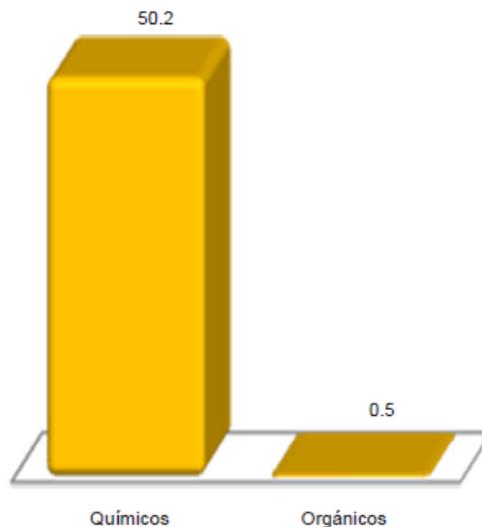


Figura 51. Unidades de producción que emplean insecticidas. Fuente: INEGI. VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007.

Insecticidas químicos

De la superficie agrícola en la entidad, solo en 336 mil 869 hectáreas (32.7 %) se utilizan insecticidas químicos. Su aplicación se realiza en los municipios de: Pénjamo, Valle de Santiago, Salamanca, Acámbaro, Irapuato, Abasolo, y Salvatierra con una superficie en conjunto de 172 mil 136 hectáreas, que representa el 51.1% de la superficie en que se utiliza esta tecnología (INEGI, 2007).

Superficie agrícola que utiliza herbicidas químicos, según principales municipios

Miles de hectáreas

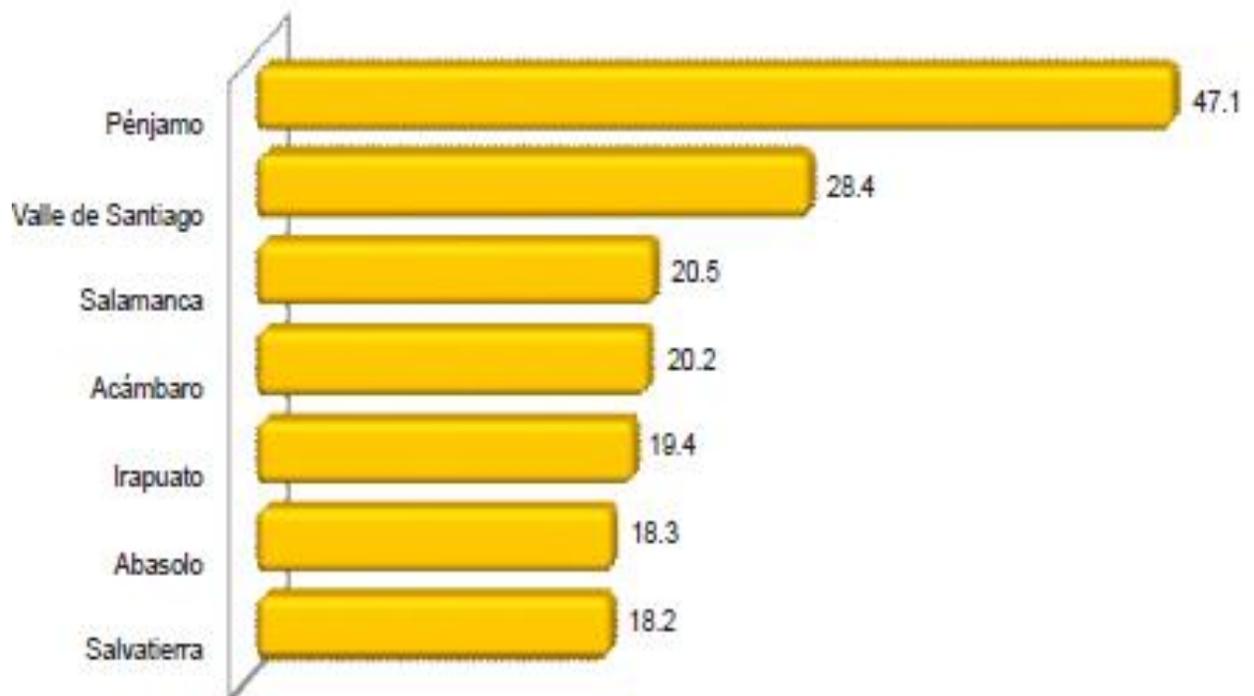


Figura 52. Superficie que emplea herbicidas químicos. Fuente: INEGI. VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007.

Insecticidas orgánicos

En contraste con el uso de insecticidas químicos, las unidades de producción con superficie agrícola donde se aplican los insecticidas naturales, es de tan sólo 5 mil 133 hectáreas (0.5%). De esta superficie, los municipios en que principalmente se recurre a esta práctica en el campo son: León, San Miguel de Allende, Celaya, Tarandacuao, San Francisco del Rincón, Salamanca y Santa Cruz de Juventino Rosas, con una superficie en conjunto de 2 mil 840 hectáreas que representan el 55.3% de la superficie a nivel estatal, en la cual se utilizan los insecticidas orgánicos (INEGI, 2007).

Superficie agrícola que utiliza insecticidas orgánicos, según principales municipios
Hectáreas

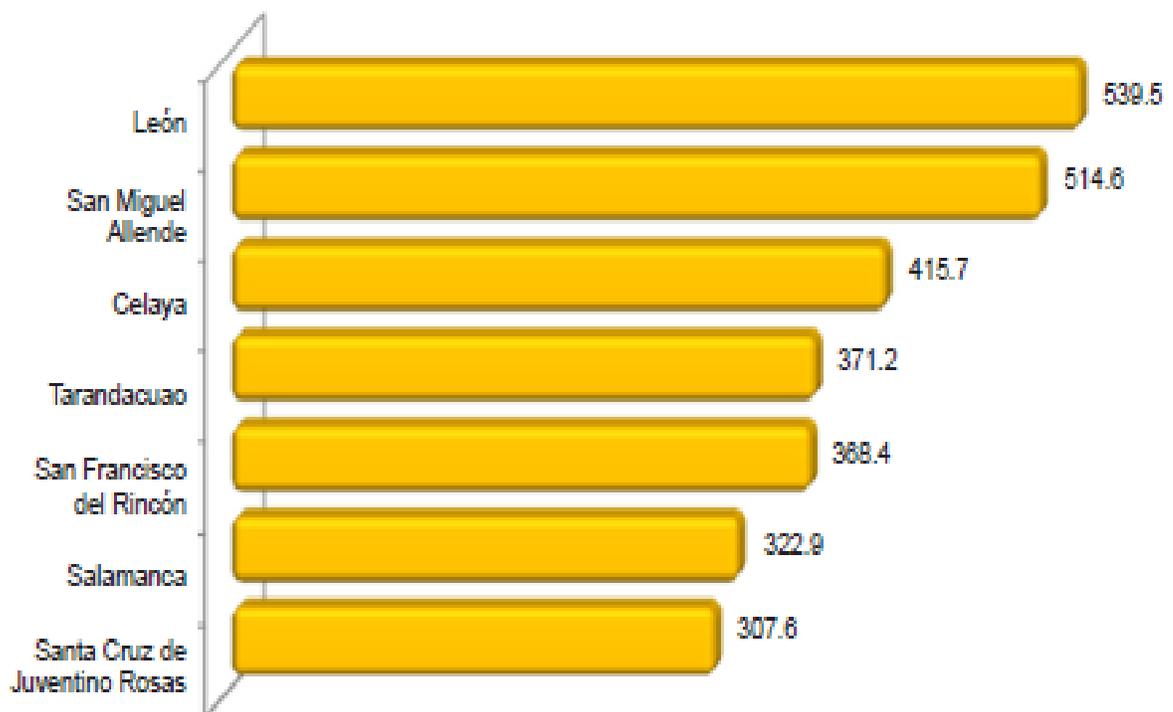


Figura 53. Superficie que emplea herbicidas orgánicos. Fuente: INEGI. VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007.

Quema controlada

Las quemas controladas (también llamadas fuego prescrito), son una herramienta importante y barata para el manejo en los prados. El fuego es capaz de “limpiar” las pasturas, removiendo pasto no comido, parte de la basura y controlando la densidad de plantas leñosas (árboles y arbustos). El fuego también estimula el crecimiento de pastos perennes en las sábanas y provee rebrotes nutritivos para el ganado. En 7 mil 479 hectáreas (0.7%) se utiliza quema controlada, de esta superficie los municipios que implementan este tipo de prácticas destacan principalmente: Pénjamo, Irapuato, Salvatierra, Abasolo y Yuriria, con una superficie conjunta de 3 mil 835 hectáreas que representa el 51.3 por ciento de la superficie en que se utiliza este tipo de tecnología agrícola (INEGI, 2007).

Superficie agrícola que utiliza quema controlada, según principales municipios

Hectáreas

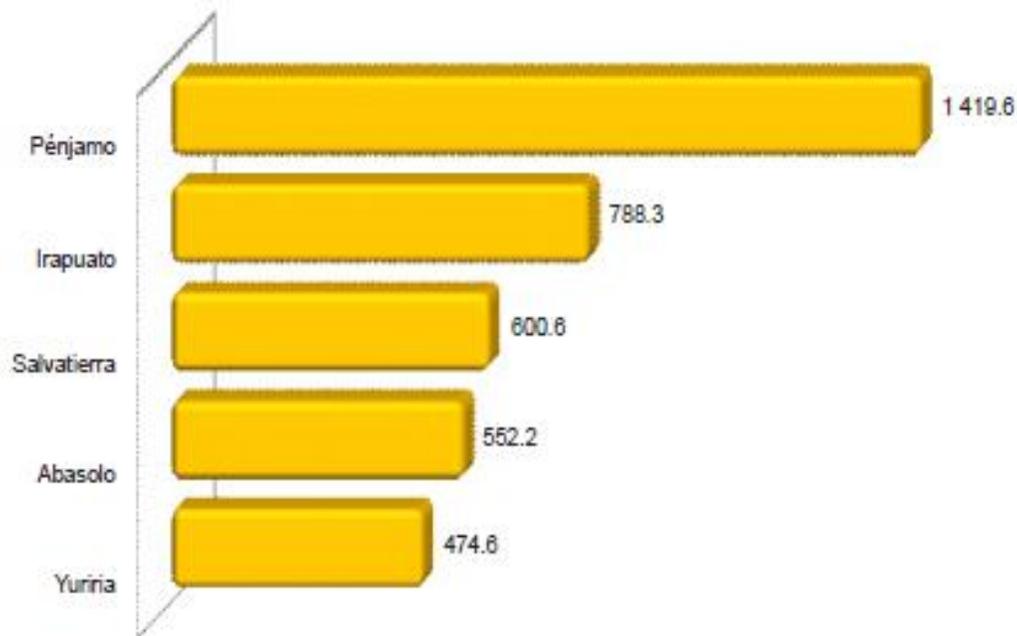


Figura 54. Superficie que emplea quema controlada. Fuente: INEGI. VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007.

Cultivo de maíz de riego:

- *Plagas de suelo:* Foxim 5% G, 2.5 kilogramos, Carbofurán 5% G, 20 kilogramos por hectárea.
- *Trips:* Malatión 1000E, 1.0 litro, Carbaril 80%, 1.5 kilogramos; Diazinón, 25%, 1.0 litro por hectárea.
- *Gusano cogollero:* Carbaril 6.5%, 10.0 kilogramos, Clorpirifos G. 2%, 12.0 kilogramos por hectárea.
- *Gusano elotero:* Carbaril 80% PH, 1.5 kilogramos, Metomil 90% PH, 0.4 kilogramos por hectárea.
- *Picudos:* Carbaril 80%, 1.5 kilogramos, Triclorofón 80%, 1.0 kilogramo por hectárea.
- *Enfermedades:* Algunas de las medidas que se pueden tomar para este propósito son por ejemplo una correcta preparación del terreno para evitar encharcamientos, sembrar las variedades mejoradas sugeridas, eliminar el zacate Johnson y otras malezas hospederas de enfermedades y practicar la rotación de cultivos (SAGARPA, 2015).

Cultivo de maíz de temporal:

- *Plagas de suelo:* Foxim 5% G, 2.5 kilogramos, Carbofurán 5% G, 20 kilogramos por hectárea.
- *Trips:* Malatión 1000E, 1.0 litro, Carbaril 80%, 1.5 kilogramos; Diazinón, 25%, 1.0 litro por hectárea.

- *Gusano cogollero*: Carbaril 6.5%, 10.0 kilogramos; Clorpirifos G. 2%,12.0 kilogramos por hectárea.
- *Gusano elotero*: Carbaril 80% PH, 1.5 kilogramos, Metomil 90% PH, 0.4 kilogramos por hectárea.
- *Picudos*: Carbaril 80%, 1.5 kilogramos, Triclorofón 80%, 1.0 kilogramo por hectárea.
- *Enfermedades*: Algunas de las medidas que se pueden tomar para este propósito son por ejemplo una correcta preparación del terreno para evitar encharcamientos, sembrar las variedades mejoradas sugeridas, eliminar el zacate Johnson y otras malezas hospederas de enfermedades y practicar la rotación de cultivos (SAGARPA, 2015).

Cultivo de maíz punta de riego:

- *Plagas de suelo*: Foxim 5% G, 2.5 kilogramos, Carbofurán 5% G, 20 kilogramos por hectárea.
- *Trips*: Malatión 1000E, 1.0 litro, Carbaril 80%, 1.5 kilogramos; Diazinón, 25%, 1.0 litro por hectárea
- *Gusano cogollero*: Carbaril 6.5%, 10.0 kilogramos, Clorpirifos G. 2%,12.0 kilogramos por hectárea.
- *Gusano elotero*: Carbaril 80% PH, 1.5 kilogramos, Metomil 90% PH, 0.4 kilogramos por hectárea.

- *Picudos*: Carbaril 80%, 1.5 kilogramos, Triclorofón 80%, 1.0 kilogramo por hectárea.
- *Enfermedades*: Algunas de las medidas que se pueden tomar para este propósito son por ejemplo una correcta preparación del terreno para evitar encharcamientos, sembrar las variedades mejoradas sugeridas, eliminar el zacate Johnson y otras malezas hospederas de enfermedades y practicar la rotación de cultivos (SAGARPA, 2015).

Cosecha

Cultivo de maíz de riego:

Se debe realizar cuando el grano alcance su madurez fisiológica, es decir, cuando en la cabeza o base del grano se presenta un punto o capa negra. Lo anterior se detecta cuando las hojas de toda la planta comienzan a amarillearse, principalmente las de abajo. Cuando la humedad en el grano se encuentre cercana al 14% entre 13 y 16%. Si la cosecha es manual, tumbar y engavillar para que el grano termine de secar para poder después realizar la pizca. En cosecha mecanizada, esperar a que el grano seque en la planta sin tumbar (SAGARPA, 2015).

Cultivo de maíz de temporal:

Se debe realizar cuando el grano alcance su madurez fisiológica, es decir, cuando en la cabeza o base del grano se presenta un punto o capa negra. Lo anterior se detecta cuando las hojas de toda la planta comienzan a amarillearse, principalmente las de abajo. Cuando la humedad en el grano se encuentre cercana al 14% entre 13 y 16%.

Si la cosecha es manual, tumbar y engavillar con el propósito de que el grano termine de secar para poder después realizar la pizca (SAGARPA, 2015).

En cosecha mecanizada, esperar a que el grano seque en la planta sin tumbar (SAGARPA, 2015).

Cultivo de maíz punta de riego:

Se debe realizar cuando el grano alcance su madurez fisiológica, es decir, cuando en la cabeza o base del grano se presenta un punto o capa negra. Lo anterior se detecta cuando las hojas de toda la planta comienzan a amarillearse, principalmente las de abajo. Cuando la humedad en el grano se encuentre cercana al 14% entre 13 y 16% (SAGARPA, 2015).

Si la cosecha es manual, tumbar y engavillar con el propósito de que el grano termine de secar para poder después realizar la pizca. En cosecha mecanizada, esperar a que el grano seque en la planta sin tumbar (SAGARPA, 2015).

Rendimiento esperado

Cultivo de maíz de riego:

12.0 a 14.0 toneladas por hectárea (SAGARPA, 2015).

Cultivo de maíz de temporal:

4.0 a 6.0 toneladas por hectárea (SAGARPA, 2015).

Cultivo de maíz punta de riego:

4.0 a 6.0 toneladas por hectárea. (SAGARPA, 2015).



Figura 55. Trilla de maíz. Foto: pressreader.com



Figura 56. Rendimiento del cultivo. Foto: agroempresario.com

VARIEDADES DE MAÍZ EN EL BAJIO DE GUANAJUATO

Existen distintas marcas comerciales en la región, como se menciona a continuación.

Híbridos y variedades en el cultivo de maíz de riego

Los materiales comerciales presentados han sido incluidos en trabajos de evaluación en el Campo Experimental Bajío y con productores cooperantes con buenos resultados (SAGARPA, 2015).

Cuadro 5. Híbridos y variedades del cultivo de maíz de riego. Foto: SAGARPA.

Semilla	Ciclo	Región
H-374C	Intermedio	Norte
H-383C	Intermedio	Norte
H-316	Intermedio	Norte
H-317	Intermedio	Norte
H-377	Tardío	Centro-Sur
H-378A (Amarillo)	Tardío	Centro-Sur
V-323	Tardío	Centro-Sur
H-316	Intermedio	Centro-Sur
H-317	Intermedio	Centro-Sur
H-374C	Intermedio	Centro-Sur
H-383C	Intermedio	Centro-Sur
Asgrow Cimarrón	Tardío	Centro-Sur
Asgrow Antilope	Tardío	Centro-Sur
Asgrow Boa	Tardío	Centro-Sur
Pioneer P3015W	Intermedio	Centro-Sur
Pioneer p3055W	Intermedio	Centro-Sur
Ceres XR47	Intermedio	Centro-Sur
Ceres XR21	Intermedio	Centro-Sur
Aspros Sultán	Intermedio	Centro-Sur

Híbridos y variedades en el maíz punta de riego

Los materiales comerciales presentados han sido incluidos en trabajos de evaluación en el Campo Experimental Bajío y con productores cooperantes con buenos resultados (SAGARPA, 2015).

Cuadro 6. Híbridos y variedades del cultivo de maíz de punta de riego. Foto: SAGARPA.

Semilla	Ciclo	Región
H-317	Intermedio	Norte
H-383C	Intermedio	Norte
H-316	Intermedio	Centro-Sur
H-317	Intermedio	Centro-Sur
H-374C	Intermedio	Centro-Sur
H-383C	Intermedio	Centro-Sur
V-322	Intermedio	Centro-Sur
Asgrow Puma	Intermedio	Centro-Sur
Bida33	Intermedio-Precoz	Centro-Sur
Conlee Ranchero	Intermedio-Precoz	Centro-Sur
Ceres XR21	Intermedio-Precoz	Centro-Sur
Ceres XR30	Intermedio-Precoz	Centro-Sur
Novasem NB-9	Intermedio-Precoz	Centro-Sur
Rica Retinto	Intermedio-Precoz	Centro-Sur
Eagle Seeds Águila 215W	Intermedio-Precoz	Centro-Sur

Híbridos y variedades en el cultivo de maíz de temporal

Los materiales comerciales presentados han sido incluidos en trabajos de evaluación en el Campo Experimental Bajío y con productores cooperantes con buenos resultados (SAGARPA, 2015).

Cuadro 7. Híbridos y variedades del cultivo de maíz de temporal. Foto: SAGARPA.

Semilla	Ciclo	Región	Precipitación (mm)
CAEZAC-85	Precoz	Norte	<450
VS-201	Precoz	Norte	<450
Cafime Plus	Precoz	Norte	<450
HV-313	Intermedio	Centro-Sur	>650
V-322	Intermedio	Centro-Sur	450 - >650
H-317	Intermedio	Centro-Sur	450 - >650
VS-201	Precoz	Centro-Sur	450 - 650
Asgrow Ocelote	Precoz	Centro-Sur	>650
Novasem NB-9	Precoz	Centro-Sur	>650
Bidasem Bida33	Intermedio	Centro-Sur	>650

CONCLUSIONES

Las diferentes prácticas agrícolas, la adopción de tecnología y variedades que se han utilizado en la región sustentan la estabilidad de la producción, en cambio es necesario aplicar nuevas estrategias y técnicas que permitan alcanzar rendimientos esperados en el cultivo de maíz. Existen diferentes técnicas que se han adaptado para desarrollar este cultivo como se muestra en el presente estudio, se han introducido variedades con la finalidad de mejorar los rendimientos. Las prácticas agrícolas que actualmente se emplean ha sido capaces de atender las necesidades de la región sin embargo se presentan desafíos constantemente, como la variación del clima, enfermedades, erosión del suelo, plagas, precios de los insumos, por lo tanto es necesario analizar el contexto técnico empleado en el cultivo de maíz en las diferentes regiones, estudiar el panorama que actualmente presentan las actividades agrícolas de la región y aplicar investigación científica en la región y que aporte información innovadora de manera continua.

BIBLIOGRAFIA

- Anderson, E. 1945. What is Zea mays? A report of progress. Chron. Bot., 9: 88-92.
- Agenda Técnica Agrícola de Guanajuato Segunda edición, 2015. © Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. ISBN volumen: 978-607-7668-42-8. ISBN obra completa: 978-607-7668-11-4 Impreso en México
- Aguirre D, Salas V H. Guía para cultivar maíz de humedad residual y temporal en la región oriental de Puebla, O.A.E. Tecamachalco. INIA-SARH. FoUeto para productores. N° 2. 1983. 13 p.
- Beadle G.W. 1978. Teosinte and the origin of maize. En: Maize breeding And genetics, D.B. Walden (Ed.), Wiley Interscience; páginas 113-128.
- Bergvinson, D. J. y García-Lara, S. 2007. Tecnologías integrales para reducir las pérdidas poscosecha Fondo mixto CONACYT. Estado de México. México, Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo. El Batán, Estado de México, México.
- CELALA, 1983. Guía para la asistencia técnica agrícola de la comarca lagunera, Inía, pág.: 24,29.
- Censo Agropecuario, 2007. Tecnificación de las unidades de producción agrícola en Guanajuato : Censo Agropecuario 2007 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México : INEGI, c2013.
- CONABIO. 2020. Razas de maíz de México <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas-de-maiz>.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Cd. de México. México.
- Doebley, J. 1990. Molecular systematics of Zea (Gramineae). Maydica, 35(2): 143-150.

- Esau, K. 1977. Anatomy of seed plants, 2nd ed. New York, NY, USA, J. Wiley & Sons.
- Dellaporta, S.L. & Calderón-Urrea, A. 1994. The sex determination process in maize. *Science*, 94: 1501.
- Feedstuffs. 2014. Keys to optimal corn yields
- Escalante, L.; Linzaga, C. y Escalante, Y. 2007. Preparación del suelo para cultivo de plantas en campo. *Revista Alternativa*, abril-junio. 4(12):10-15.
- Escalante, L.; Linzaga, C. y Escalante, Y. 2007. Preparación del suelo para cultivo de plantas en campo. *Revista Alternativa*, abril-junio. 4(12):10-15.
- FAOSTAT. 2020. Value of Agricultural Production FAO Departments and Offices
- FAO/INTA, 1992. Manual de sistemas de labranza para América Latina. Boletín de suelos de la FAO, número 66. Roma, Italia. 193 p.
- Freeling, M. & Lane, B. 1994. The maize leaf. In M. Freeling & V. Walbot, eds. *The maize handbook*, p. 17-28. New York, NY, USA, Springer-Verlag.
- Galinat, W.C. 1988. The origin of corn. In G.F. Sprague and J.W. Dudley, eds. *Corn and corn improvement*, p. 1-31. Madison, WI, USA, American Society of Agronomy.
- González, F., Avila, M., Gil, Y., & Velasco, D. (2016). Proceso de fabricación de la harina precocida de maíz. *Fac Ing*, 609028418, 16.
- Grain (1996). The biotech battle over the golden crop, *Seedling* 13/3, Octubre, citado en: Greenpeace (2000). *Centros de Diversidad*.
- Mistrik, I. & Mistrikova, I. 1995. Uptake, transport and metabolism of phosphates by individual roots of *Zea mays* L. *Biologia (Bratislava)*, 50: 419-426.
- Hallauer, A. R. y Carena, M. J. 2009. *Maize*. Springer US 3: 3-98
- Hernández-Trejo, A., Estrada Drouaillet, B., Rodríguez-Herrera, R., García Giron, J. M., Patiño-Arellano, S. A., & Osorio-Hernández, E. (2019). Importancia del control biológico de plagas en maíz (*Zea mays* L.). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(4), 803-813.

Ibarra F A, Martin M H. Capítulo del establecimiento del zacate. En la guía práctica para el establecimiento, manejo y utilización del zacate buffel. PATROCIPES-

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 1992. Tecnología de producción para el cultivo de arroz. Cuaderno Informativo para productores Núm. 2. Costa Rica. 12 p.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2008. Anuario Estadístico de Puebla 2008. Diciembre 2010.

INEGI. Dirección General de Estadísticas Económicas. 2014. Encuesta Nacional Agropecuaria. www.inegi.org.mx

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). Anuario estadístico y geográfico de Guanajuato 2017 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México : INEGI, c2017.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 1997. Guía para la asistencia técnica agrícola en el área de influencia del Campo Experimental, Tecamachalco. INIFAP-PRODUCE. Tecamachalco, Puebla, México. 374 p.

Jurado Guerra, P., Lara Macías, C. R., & Saucedo Terán, R. A. (2014). Paquete tecnológico para la producción de maíz forrajero en Chihuahua.

Longley, A.E. 1939. Knob positions on corn chromosomes. J. Agric. Res., 59; 475-490

María, A.; Rojas, I.; Ávila, A. y Gámez, J. 2003. Producción de maíz de temporal en el estado de Tlaxcala. Folleto para productores N. 3. INIFAP. Campo experimental Tlaxcala, México. 16 p.

Mangelsdorf, P.C. & Reeves, R.G. 1959. The origin of corn. III. Modern races, the product of teosinte introgression. Bot. Mus. Leafl. Harv. Univ., 18: 389-411.

Morales C R. Guía técnica para el establecimiento de lotes de producción de semilla de zacates forrajeros. Rev. Pastizales. CEP La C. anpana. INIFAP-SARH. Sup. 2. 1987. 26 p.

OECD. Consensus Document on the Biology of *Zea mays* subsp. *mays* (Maize). OECD Environment, Health and Safety Publications. Series on Harmonisation of Regulatory Oversight in Biotechnology. No. 27. Paris. Disponible en: <<http://www.oecd.org/ehs>, 2003>.

Ospina, J. (2015). Manual Técnico del Cultivo de Maíz Bajo Buenas Prácticas Agrícolas. Colombia, Medellín. Gould, F.W. y RB Shaw. 1983. Grass Systematics _ 2do. edición estación de la universidad, texaUniversidad A & M. Prensa., 397 págs.

Paliwal, R. L. (2001). Origen, evolución y difusión del maíz. *El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal*, 28, 5-9.

Pearson, R. 2003. La fuerza de tracción animal: Una revisión de la tecnología disponible en el mundo. In: Arriaga, C.; Castelán, O.; Velázquez, L. (Comp.). 2003. Investigación en animales de trabajo para el desarrollo rural. UAEM. Ed. CIGOME. Estado de México. 15-30 pp.

Poehlman, J. M. y D. A. Sliper. 1995. Breeding field crops. 4th ed. Iowa State University Press. Ames, Iowa.

Ramírez, B.; Ramírez, G.; Juárez, J. y Cesín, A. 2007. Tecnología e implementos agrícolas: estudio longitudinal en una región campesina de Puebla, México. Rev. Geog. Agríc. Universidad Autónoma de Chapingo (UACH). Texcoco, México. Núm. 38:55-70.

Ramírez, B. 2004. Las técnicas de labranza en el cultivo de maíz. In: Damián, M.; Ramírez, B.; Gil, A.; Gutiérrez, N.; Aragón, A.; Mendoza, R.; Paredes, J.; Damián, T. y Almazán, A. 2004. Apropiación de tecnología agrícola: Características técnicas y sociales de los productores de maíz de Tlaxcala. BUAP. Puebla. 295 p.

Ramírez, B.; Ramírez, G.; Juárez, J. y Cesín, A. 2007. Tecnología e implementos agrícolas: estudio longitudinal en una región campesina de Puebla, México. Rev. Geog. Agríc. Universidad Autónoma de Chapingo (UACH). Texcoco, México. Núm. 38:55-70.

SAGAR-UGRS. Hermosillo, Son. 1995. 73 p.

SAGARPA, 2020, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 22 de julio de 2020

Listman, G.M. & Estrada, F.P. 1992. Mexican prize for the giant maize of Jala: source of community pride and genetic resources conservation. *Diversity*, 8: 14-15.

SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Avances de la Producción Agrícola.

SAGARPA, 2018, Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios 2018/03

Sánchez Ortega, I., & Pérez-Urria Carril, E. (2015). Maíz I (*Zea mays*). *Ene*, 15, 39.

Sánchez Ortega, Iván y Pérez-Urria Carril, Elena (2014) *Maíz I (Zea mays)*. REDUCA *Biología*, 7 (2). pp. 151-171. ISSN 1989-3620 <https://www.gob.mx/aserca/articulos/maiz-grano-cultivo-representativo-de-mexico?idiom=es>

Sandra Johana Marriaga Sanabria. 2013. EL CULTIVO DEL MAIZ Guía para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores. SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y GANADERÍA DIRECCIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AAGROPECUARIA E... Veronica Erandi Rangel García Manual-cultivo-de-MAIZ--III-EDICION,-2013 Vinicio Villalta Merin DEL CULTIVO, C. A., DE SIEMBRA, É. P. O. C. A. S., DE HÍBRIDOS, S. D. V., & DE SIEMBRA, S. Y. D. EL CULTIVO DEL MAIZ.

Secretaría de Salud (2005) Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados. Diario Oficial de la Federación. México, D. F. 18 marzo 2005. pp:54-85.

SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2017). <http://www.siap.gob.mx/cie-rre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/> (Consulta 15 de junio, 2015).

SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2007) Situación Actual y Perspectivas del Maíz en México 1996 - 2012. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México, D.F. 208

Tapia, M. E. y Fries, A. M. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; Asociación Nacional de Productores Ecológicos del Perú. Lima

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

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

Tuberosa, R. y Salvi, S., 2007. "Formar laQTLs genes que controlan los rasgos de la raíz en maíz". JHJ Spiertz, P..C. Struiky HH van Laar (eds.), *Escala y Complejidad en la Investigación de Sistemas de Plantas: Relaciones Gen-Planta-Cultivo* , 15-24

USDA.2020. previsiones del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) 2019-2020

Vargas, L. A. (2014, January). El maíz, viajero sin equipaje. In *Anales de antropología* (Vol. 48, No. 1, pp. 123-137). No longer published by Elsevier.

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

Wilkes, H.G. 1989. Maize: domestication, racial evolution and spread. In D.R. Harris & G.C. Hillman, eds. *Forage and farming*, p. 440-454. London, Unwin Hyman.

Zuber, M. S. y M. S. Kang. 1978. Corn lodging slowed by sturdier stalks. *Crop Soils* 30:13-15.