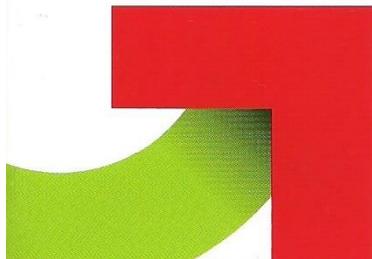


# Control del teocintle en el cultivo de maíz, manejo integrado

M.C. Lucio Mondragón Sosa

Ing. Valente López Hernández





GOBIERNO DEL  
**ESTADO DE MÉXICO**

Control del teocintle en el cultivo de maíz,  
manejo integrado

---

Primera edición 2014  
Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria,  
Acuícola y Forestal del Estado de México-ICAMEX

DR © Gobierno del Estado de México  
Secretaría de Desarrollo Agropecuario  
Instituto de Investigación y  
Capacitación Agropecuaria,  
Acuícola y Forestal del  
Estado de México-ICAMEX

Tel. (01 722) 2 32 26 46  
icamexdg@edomex.gob.mx

[www.edomex.gob.mx/icamex](http://www.edomex.gob.mx/icamex)



Hecho e Impreso en México

No. de autorización CE:207/C/052/14

Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra  
*-incluyendo las características técnicas, diseño de interiores y portada-*  
por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía, el  
tratamiento informático y la grabación, sin la autorización previa del  
Gobierno del Estado de México. Si usted desea hacer una reproducción  
parcial de esta obra sin fines de lucro, favor de contactar al Consejo  
Editorial de la Administración Pública Estatal.

La distribución de esta obra es gratuita.

# Contenido

Presentación

3

4

Introducción

Revisión bibliográfica

5

7

Distribución horizontal de las semillas de teocintle

Distribución vertical de las semillas de teocintle

8

10

Dispersión de las semillas de teocintle

Plasticidad fenotípica del teocintle

10

11

Efectos de la rotación de cultivos sobre el teocintle

Aspectos inherentes a la semilla de teocintle

12

13

Manejo integrado de teocintle para su control en el cultivo de maíz

Control preventivo

15

# Contenido...

Control legal

15

15

Control físico

Control biológico

16

7

Control químico

Sugerencia recomendada  
para el control del teocintle  
de maíz bajo el plan de MIT,  
en valles altos del Estado de  
México

18

19

Bibliografía

# Presentación

En el Estado de México, el crecimiento demográfico representa un reto día por día, de ser más competitivos, dinámicos y eficientes para producir más y mejores alimentos, a través de mejores tecnologías que permitan incrementar la producción, cuidar los recursos y el medio ambiente, para mejorar el nivel socioeconómico de los productores agropecuarios.

Los trabajos de investigación y capacitación agropecuaria en el Estado de México se realizan, desde hace más de 60 años, dos actividades sustantivas para el desarrollo agropecuario: la investigación y la capacitación agropecuaria, logrando la generación de tecnologías exitosas que han adoptado un sinnúmero de productores de la entidad. Asimismo, han participado otros institutos de investigación y de educación de manera individual o coordinada, con el desarrollo de nuevas tecnologías, que también se han transferido a los productores agropecuarios.

Para dar continuidad a la difusión y transferencia de tecnología el ICAMEX pone a disposición de productores agropecuarios y público en general el folleto del "Control del teocintle en el cultivo de maíz, manejo integrado" que permite transmitir conocimientos del cultivo, manejo y aprovechamiento de este extraordinario forraje. Este es uno de los trabajos de investigación, desarrollados en 2013 y 2014, con el fin de que se difundan para su uso y adaptación por productores agrícolas y pecuarios, con el propósito de que adopten nuevas tecnologías que les permitan mejorar la rentabilidad de sus actividades productivas, ser más competitivos a nivel nacional e internacional y solucionar la falta de forraje en el estiaje.

# Introducción

La superficie sembrada con maíz en el Estado de México es del orden de los 600 mil hectáreas, con un rendimiento promedio de 3.54 t ha<sup>-1</sup>, de esta gramínea dependen más de un millón de personas. El cultivo de maíz se enfrenta a innumerables problemas técnicos en su producción; de ellos, la competencia de malezas es uno de los más graves. En las últimas décadas, el maíz silvestre (*Zea mays* spp. Mexicana) conocido localmente como casco de burro, diente de mula, maíz moví, malo maíz, diente de burro, casco de caballo, maíz cimarrón, teocintle, etc., que se ha convertido en una maleza agresiva, altamente competitiva con el cultivo de maíz y persistente en el suelo. Se controla esta maleza con manejo integrado.

Hay zonas maiceras altamente infestadas por esta maleza, donde prácticamente se está haciendo imposible el cultivo de maíz, es el caso del municipio de Almoloya de Juárez, Jocotitlan, Metepec y otros municipios del valle de Toluca-Atlacomulco.

La producción de maíz ha tenido en las áreas infestadas por teocintle una disminución en el rendimiento y proporcionalmente en la calidad del grano. La rentabilidad del maíz ha estado siendo mermada por la infestación de teocintle ya que le disminuye rendimiento a la vez que se pierde calidad, la contaminación del maíz por teocintle esta adquiriendo proporciones altas en sitios determinados, pero el problema esta en continuo crecimiento por lo que se prevé que esta maleza invada más áreas maiceras aledañas a la zona de infestación.

El impacto de esta tecnología será la disminución de la densidad de población del teocintle en el cultivo de maíz para grano en los sitios más infestados por este maíz moví o casco de burro como lo nombran los productores.

## Revisión bibliográfica

En las últimas décadas, el maíz silvestre o teocintle (*Zea mays* spp. Mexicana (Schrader 1845), también conocido como casco de burro, es el pariente más cercano del maíz cultivado se ha transformado en una maleza muy agresiva la cual se encuentra distribuida en 23 municipios del Estado de México (Sánchez y Ruiz, 1995). En México fue reportado como maleza cerca de Nobogame, Chihuahua (Lumholtz, 1902). Su presencia en el Valle de México esta documentada desde 1909, fue colectado en las faldas del Popocatepetl al este de Chalco (López y Parra, 1909) Wilkes y Taba (1993) señalan que el maíz silvestre se encuentra ampliamente distribuido de Metepec a Rayón. Vibrans y Estrada (1998) afirman que se encuentra establecido en unos 2000 km<sup>2</sup> del Valle de Toluca. En un recorrido reciente se le observo desde Tejupilco, en la parte calurosa del Estado de México hasta las faldas del Nevado de Toluca, Popocatepetl y los distritos del norte como Texcoco y Atlacomulco (datos sin publicar). Al ser una especie mimica perfecta del maíz resulta sumamente difícil controlarla química, manual, biológica o mecánicamente cuando se encuentra en estado vegetativo ya que es prácticamente indistinguible de las plantas de maíz; es hasta la floración cuando es posible separarla por sus numerosas ramificaciones, un color más oscuro de sus flores masculinas y por presentar numerosas flores femeninas (Wilkes, 1967; Wilkes y Taba, 1993; Vibrans y Estrada, 1998).

Por otro lado, muchas de las características que le confieren agresividad a una especie de maleza radican en las propiedades biológicas de la semilla. Aquellas especies que logren escapar un mayor número de semillas de las presiones negativas del ambiente tienen más posibilidades de seleccionar un determinado biotipo o serie de biotipos que confieran a las poblaciones, tolerancia o determinadas presiones selectivas del ambiente impuestas por el hombre (Pitelli y De Campos, 2004). La producción de un gran número de semillas por planta, relacionado con complejos procesos de latencia, le permiten dispersar en el tiempo y el espacio (Pitty y Godoy, 1997), la germinación escalonada es una eficiente estrategia de sobre vivencia de las poblaciones de maleza, también ligada a los procesos de latencia y la distribución de propágulos a diferentes profundidades en el perfil del suelo, donde son sometidos a disímiles estímulos ambientales para romper la latencia (Buhler y Pitty, 1997). Otro factor importante en el éxito del teocintle como maleza, es la facilidad de diseminación a corta o gran distancia de la planta madre, con ayuda del hombre, dispersan en un diámetro de hasta 10 m, al momento de cortarlas con machete y a varios kilómetros cuando se transporta en carretas o camionetas (datos sin publicar). La labranza es la primera causa del movimiento vertical de las semillas en el perfil del suelo (<biblio>).

La composición, densidad y distribución de las semillas en el perfil del suelo esta muy relacionada con la historia de las prácticas de laboreo del suelo y de control de malezas.

La profundidad de las semillas en el suelo es el factor más importante que determina el cambio en la flora de las malezas como consecuencia del sistema de labranza. Las semillas que tienen potencial de germinar cuando están cerca de la superficie del suelo o más próximas, son las que tienen la mayor capacidad de aumentar sus poblaciones.

En un trabajo de simulación, usando esferas de cerámica de densidad semejante a la de las semillas de maleza, se evaluó el efecto de los arados de cincel y de vertedera. Cuando se usó el arado de cincel las esferas fueron encontradas hasta los 12 cm de profundidad, y a 32 cm al usar arado de vertedera. Usando el arado de cincel, un 48% de las esferas se encontraron en los cuatro centímetros superiores, pero al usar el arado de vertedera solo había un 4% en los 4 primeros centímetros de suelo (Staricka et al., 1990). Después de cinco años de labranza cero, aproximadamente un 60% de las semillas se encuentran en los primeros centímetros del suelo y la concentración de las semillas se reduce logarítmicamente con la profundidad. Con el arado de cincel por lo menos un 30% de las semillas están en el primer centímetro de suelo y la cantidad se reduce linealmente con la profundidad; mientras que el arado de vertedera ocasiona una distribución más uniforme de las semillas en todo el perfil del suelo (Buheler y Pitty, 1997). Experimentos de labranza cero efectuados en Honduras por Godoy et al. (1995) aseguran que más del 50% de las semillas están en los primeros cinco centímetros del suelo, 35% se encuentran entre los 5 a 15 cm de profundidad y alrededor del 10% entre 15 y 25 cm de profundidad. En labranza convencional con arado de vertedera y rastras la distribución de las semillas en el perfil del suelo es más uniforme (Buheler y Pitty, 1997). Las plantas germinadas durante un ciclo solo representan entre el 2 a un 20% de las semillas existentes en el banco de semillas del suelo. La adaptación a las prácticas de laboreo tiene una enorme importancia sobre las comunidades de las malas hierbas (García y Fernández, 1991). Para el caso del teocintle, es una maleza perfectamente bien adaptada al laboreo y a la inversión de los horizontes del suelo, característico del sistema de cultivo del maíz en el Valle de Toluca-Atlacomulco.

A pesar de la importancia biológica y agronómica que presentan los reservorios silvestres en la diversificación del género *Zea* (Fukunaga et al., 2005) la subespecie *Z.m spp.*

Mexicana se ha convertido en una maleza de importancia local, dado el peligro potencial que representa para otros estados de México y los países de Centroamérica que cuentan con especies de maíz silvestre donde potencialmente se pueden transformar en una maleza de gran importancia. Mondragón y Perdomo, (2005) determinaron la distribución horizontal de las semillas de teocintle (*Zea mays* spp. mexicana (Schrader Iltis) y el efecto de la rotación sobre las poblaciones de teocintle, también dan a conocer la distribución vertical de las semillas de maíz silvestre, y determinaron algunos aspectos inherentes a las semillas de teocintle, su mecanismo de dispersión y su plasticidad fenotípica

## Distribución horizontal de las semillas de teocintle

En tres predios con tres diferentes niveles de infestación alta, media y baja. En cada uno de ellos, se estableció una parcela fija de 20 x 40 m; en ellas, se tomo una muestra de un metro cuadrado en retícula 2 x 4 m (en sentido x de y). En cada cuadrante, se contabilizó un total de 111 muestras. Posteriormente, los agricultores prepararon nuevamente el suelo y los suelos con una densidad alta e intermedia fueron sembrados con avena, el terreno con una densidad baja fue sembrado con zanahoria. 30 y 60 días después de la siembra, se cuantificó en número de plantas de teocintle que emergieron por el estímulo de las labores de cultivo. Las muestras fueron tomadas en la parcela permanente de la forma que se indico anteriormente. Los resultados que obtuvieron (Mondragón y Perdomo, 2005), fueron los siguientes: las plantas de teocintle que invaden los predios productores de maíz se encuentran esparcidas al menos en tres diferentes niveles de infestación: alta (hasta 1000 planta de teocintle por m<sup>2</sup>), media (hasta 500 plantas de teocintle por m<sup>2</sup>), y baja (hasta por m<sup>2</sup>). La forma de distribución, inicia como una distribución de agregados y termina como una distribución de contagio. Al tratarse de una especie mimética del maíz resulta difícil distinguirla de estas cuando se encuentra en estado vegetativo. Por tal razón, los agricultores las eliminan hasta la aparición de las espigas; mientras que los agricultores que sus predios estén medianamente infestados las eliminan hasta que estén los elotes o hasta la cosecha. Las plantas de teocintle están sincronizadas fisiológicamente con las del maíz; por lo que las semillas maduran en la misma fecha y son dispersadas por el predio. Otros focos de dispersión de semillas de teocintle son las cosechadoras, el estiércol del ganado que se alimenta de rastrojos de esta especie. La dispersión de semillas de la maleza por medio de la maquinaria agrícola se ha documentado en cultivos como el arroz y el sorgo, en donde también existen especies silvestres cuyos granos tienen las mismas propiedades del pariente cultivado (Pitty, 1997).

## Distribución vertical de las semillas de teocintle

Entres predios seleccionados con anterioridad con tres diferentes niveles de infestación alta (hasta 1000 plantas m<sup>-2</sup>), media (hasta 500 plantas m<sup>-2</sup>) y baja (hasta 35 plantas m<sup>-2</sup>). En cada parcela fija, fueron tomadas con ayuda de una barrena, 10 muestras (muestreo en forma de W) de un litro de suelo entre 0 y 5, 5 a 10, 10 a 15, 15 a 20, 20 a 25, y 25 a 30 cm de profundidad.

El suelo fue cribado y lavado con agua corriente, las semillas fueron contabilizadas para cada uno de los estratos. Para determinar las diferencias en la presencia de semillas entre los diferentes estratos muestreados, los datos se sometieron a una ANOVA y una prueba de separación de medias de Tukey,  $\alpha=0.05$ , se simuló un diseño completamente al azar con seis profundidades y 10 repeticiones.

Para determinar cual es la fracción de semillas que mayor número de plántulas aporta a las poblaciones de teocintle que se incorporaron durante 2005 en los campos estudiados se colectaron muestras de mazorcas de maíz silvestre (temporal 2005), maíz de las cosechadoras (temporal 2005) y semillas que se encontraban en la superficie del suelo infestado (aportaciones de diferentes años). Se midió lo largo, ancho y alto, se calculó el volumen por semilla. Fueron separadas las semillas en función de lo largo de la semilla en cinco categorías: 6 a 7 mm, 7.1 a 7.9 mm, 8 a 8.9 mm, 9 a 9.9 mm y 10 mm. Los datos sometidos a un ANOVA y una prueba de separación de medias Scheffe  $\alpha=0.05$ . Se determinó la moda, la mediana, promedio, valores máximos y mínimos del tamaño de las semillas. Se efectuaron varias observaciones sobre los mecanismos de dispersión de las semillas de teocintle.

La mayoría de la semilla de teocintle se encuentra distribuida en los primeros 20 centímetros de capa arable del suelo. En tres niveles de infestación estudiados, se observó una mayor concentración de diseminulos entre lo cero y cinco centímetros de profundidad del perfil del suelo; conforme se incrementa la profundidad del suelo la concentración del número de semillas se va reduciendo linealmente. Existió una clara diferencia estadística en el número de semillas del suelo entre las profundidades de las semillas en el suelo este es el factor más importante que determina el cambio de flora. Comúnmente las semillas más próximas a la superficie tienen el mayor potencial de aumentar las poblaciones (Pitty, 1997). De acuerdo con Buheler y Pitty (1997), cuando el suelo es labrado con arados de cincel el 30% de las semillas de teocintle están localizadas en los primeros centímetros del suelo y la cantidad se reduce linealmente con la profundidad.

Los suelos estudiados por Mondragón y Perdomo (2005), fueron barbechados y rastreados con arados de discos, a pesar de ello, la distribución de las semillas de teocintle no fue muy uniforme en el perfil del suelo y no concuerda por lo reportado por Buheler y Pitty, (1997).

También Mondragón y Perdomo, (2005), determinaron los porcentajes para cada uno de los estratos de suelo analizados de los tres niveles de infestación estudiados. Sin considerar el nivel de infestación del suelo se observó una reducción lineal de la concentración de semillas de teocintle por Litro de suelo, la cual se mantiene en los tres niveles de infestación. Los propágulos de teocintle encontrados entre cero y cinco centímetros, representaron en promedio un 57% de las semillas recuperadas y un 28% aportado por el estrato de cinco a diez centímetros de profundidad. Porcentajes semejantes son reportados por Godoy et al, (1995), en labranza cero para los primeros cinco centímetros de suelo y un 35% de propágulos entre cinco y quince centímetros.

Dado el parentesco fisiológico con el maíz y teocintle, cuando la maleza de hoja ancha fue eliminada por herbicidas hormonales, esta situación les confirmó a los teocintes una ventaja competitiva frente a otras especies de maleza (Pitelli y De Campos, 2004). Esta situación ha permitido el incremento de los niveles de infestación de semillas de teocintle hasta el punto en que los agricultores han abandonado algunos terrenos de cultivo de maíz.



Presencia de Teocintle en terrenos sembrados con maíz

## Dispersión de las semillas de teocintle

La maleza se puede dispersar por medio de las maquinas cosechadoras, las cuales la liberan en fajas a lo largo de las parcelas cosechadas, y a parcelas libres de la maleza. Para el caso del teocintle éste madura más rápido que el maíz común, las heladas tempranas ayudan en la aceleración de este proceso, las semillas se desprenden fácilmente de la planta madre cayendo al suelo con los movimientos provocados por el viento y por las labores de cosecha. La sincronización fisiológica de algunas malezas con su cultivo es parte del mecanismo de dispersión de varias especies de maleza (Pitty y Godoy, 1997). Se ha observado que las semillas de teocintle sobreviven al paso del tracto digestivo de los animales domésticos, las semillas viajan en el estiércol en donde son transportadas a los predios agrícolas. Los predios infestados incrementan la superficie contaminada año con año al ser sometido el terreno a las labores de preparación para la siembra donde se forman nuevos focos de infestación. El teocintle al igual que el cultivo de maíz presenta una excelente respuesta a la fertilización nitrogenada, por tanto, los pequeños agricultores y los productores de leche toleran al teocintle y cuando se encuentran en elote son ensilados. Pero existe el problema que cuando se ensila en elote macizo o más maduro las semillas de teocintle no pierde su viabilidad y mucho del estiércol es regresado a las parcelas de cultivo, aumentando los niveles de infestación de teocintle en el suelo. Se conocen varias especies de maleza que sus semillas pueden dispersarse después de pasar por el tracto digestivo de animales domésticos (Pitty y Godoy, 1997; Zimdahl, 1993). Tal vez estos estiércoles deben de ser utilizados como alimento de las lombrices en lombricultivos productores de humus de lombriz que se utilizará después como mejorador del suelo y biofertilizante en la agricultura ya sin ningún problema con la contaminación y diseminación de las semillas de teocintle, hipótesis de investigación a realizarse por Mondragón, (2008).

Las semillas de teocintle presentaron polimorfismo seminal, en tamaños y colores, en función de lo largo de las semillas se pudieron separar en cinco clases de tamaño, aquellas que van de seis a siete milímetros de 7.1 a 7.9 milímetros, de 8.0 a 8.9 milímetros, de 9.0 a 9.9 milímetros y de diez milímetros o más.

## Plasticidad fenotípica del teocintle

El teocintle presenta una enorme plasticidad fenotípica, la planta tiene semillas de 6.0 a más de 10.0 milímetros de largo de varios colores, de 2 a 2829 semillas por planta, de 0.5g a 245g de semilla por planta, de uno a 15 tallos por semilla, de una a 15 espigas, de una a 302 mazorcas por planta, puede competir con 1200 individuos maleza y prosperar y crecer un metro de altura en tan solo un m<sup>2</sup> de superficie.



Semilla de teocintle

## Efectos de la rotación de cultivos sobre el teocintle

La rotación de cultivos facilita el control de especies de maleza miméticas. El teocintle es una especie claramente adaptadas a las labores de cultivo del maíz. La simple rotación con avena en suelos altamente infestados redujo la expresión de la germinación en más de un 90%. La rotación con avena en suelos con un nivel de infestación baja de teocintle redujo la capacidad de germinación de la semilla de teocintle en más de un 90% y la rotación con zanahorias en suelos con una infestación baja de teocintle redujo la germinación en un 95%. Las evaluaciones efectuadas a los 60 días después de la siembra indican que en forma general, que las labores propias de desmalezado en cada uno de los cultivos en rotación elimina entre un 95% a 100% la presencia de teocintle. También la rotación con el cultivo de haba para verde y seco, y con la utilización de gramícidas reduce el 100% de plantas de teocintle en el ciclo. Situación que ayuda a disminuir el banco de semillas de teocintle en el suelo y las aportaciones son nulas en ese ciclo.



Planta de teocintle en cultivo de avena

## Aspectos inherentes a la semilla de teocintle

Las plantas de teocintle manifiestan una clara adaptación a las labores de cultivo, lo cual facilita la incorporación de más de una generación por ciclo de cultivo y por tanto vulnerable a los cambios en el uso del suelo o a la rotación de cultivos. Se observa un amplio polimorfismo seminal compuesto por semillas de colores café, negras pintas y blancas. Las semillas más pesadas son las café seguidas de pintas, negras y blancas. Las semillas que alcanzan las mayores tallas son las café y las pintas. Se desconoce el papel que desempeñan en la ecología de esta interesante mezcla. En teocintle, el tamaño de la semilla es uno de los valores más heterogéneos, esto concuerda con lo reportado por Mondragón (2005), al comparar las medidas de *Zea mays* spp. *Parviglumis* Iltis & Doebley, *Z. mays* spp. mexicana (Schrader) Iltis y *Z. mays* spp. *parviglumis* Iltis, Doebley, & R Guzmán. Los factores que influyen en tamaño, número de semillas y el peso de las semillas; entre ellos, grado de competencia, hábito de la planta, disponibilidad de humedad y nutrientes, longitud de la estación de crecimiento, y estos factores entran en competencia con otros, por lo que es difícil explicar la variabilidad en tamaño y peso de las semillas de teocintle (Harper et al, 1994). Las diferencias en tamaño de las semillas *Z. mays* spp. mexicana (Schrader) Iltis deben de estar gobernadas genéticamente, resultado de la adaptación alas labores de cultivo y a la necesidad de competir directamente, resultado de las plantas de maíz cultivado (Wilkes, 1967). Los valores de peso de 100 semillas superan a los encontrados por Sánchez et al, (1998) para semillas de teocintle de tres ambientes Iguala, Guerrero; Chapingo, Estado de México y Zapopan, Jalisco.

Balbuena et al, 2008, confirmaron que cuando se siembra otro cultivo diferente al maíz, el teocintle solo germina y emerge del 1 al 5% en terrenos infestados por esta maleza y si se siembra maíz en unicultivo, el teocintle germina y emerge en porcentajes altos, independientemente de la densidad.

También Sánchez et al 2008 encontraron que la competencia entre el teocintle y el maíz origina una reducción en el rendimiento de grano del maíz y por ende pérdidas económicas para el productor, asimismo determinaron que los criollos y variedades de maíz son menos susceptibles a la competencia causada por teocintle.



Polimorfismo seminal en semillas de Teocintle

Mondragón y Perdomo, (2005), señalan que con la rotación de cultivos y uso de gramícidas la densidad de semillas de teocintle en el primer año se reduce en un 50%; con las practicas agronómicas y uso de desecantes dirigidos la densidad de semillas de teocintle se redujo en un 40% y con la labranza de conservación esta reducción en la densidad de semillas de teocintle fue del 35%. Todo esto en el primer año. Sin embargo, investigaciones del CIMMYT (sin publicar) afirman que con la labranza de conservación en tres años la reducción de plantas del teocintle es del 100%.

## Manejo integrado de teocintle para su control en el cultivo de maíz

Antes de hablar del control de teocintle en el cultivo de maíz a través del manejo integrado del teocintle para su control en este cultivo, es importante acordarnos de los daños que causa la maleza al cultivo y al productor estos son; la competencia por luz, agua y nutrimentos; daños a la salud del hombre y animales como la dermatitis, toxicidad y daño mecánico causado por la maleza con espinas; son hospederas de plagas y enfermedades; guarida de arañas, roedores y serpientes; dañan a caminos, carreteras, vías férreas, plantas y líneas eléctricas, instalaciones industriales y contaminación de canales, ríos, lagos, etc.

También es importante el conocimiento de las características de la maleza para planear un buen control. Las características de reproducción como el número de semillas y su viabilidad, la presencia de alas o pelillos en la semilla, el letargo, la presencia de yemas cubiertas por brácteas que dificultan que sean mojadas por los herbicidas, el control se dificulta y se agudiza cuando la maleza tiene yemas u órganos de reproducción subterráneos como bulbos, rizomas, camotes y tubérculos que defienden a la maleza de las condiciones adversas del clima, así como del control químico y mecánico principalmente. Las características anatómicas como la capa de cera y los pelillos, la venación paralela y las hojas colgantes facilitan la caída de la solución herbicida. Las características agroecológicas y fisiológicas como el fotoperiodo, termo periodo y resistencia o tolerancia a temperaturas altas o bajas, algunas especies de maleza poseen o generan moléculas capaces de descomponer a las moléculas de los herbicidas a esto se le llama selectividad fisiológica o bioquímica de los herbicidas.

La competencia maleza-cultivo se refiere a la intensidad de la competencia, es decir, el número de maleza que nacen en un campo cultivado, la época crítica de la competencia que son los 45 días siguientes a la siembra, la competencia es más intensa entre especies afines por ejemplo el mejor competidor para el trigo es la avena loca, para el sorgo es el zacate Johnson y para el maíz es el teocintle, el primer ocupante tiende a excluir a las otras especies de ahí la importancia de la cama de siembra excelentemente preparada para que el cultivo nazca antes que la maleza, en igualdad de circunstancias las especies más peligrosas son las que producen mayor número de semillas y las que tienen reproducción vegetativa, y en general la maleza es dominada por la vegetación perenne nativa.



Infestación de Teocintle en cultivo de maíz

El monitoreo es fundamental para el buen funcionamiento de un programa de manejo integrado de teocintle MIT, así como el comportamiento fenológico del teocintle y el cultivo en este caso el maíz, además de las condiciones climáticas que se esperen y se vayan presentando en el ciclo, todo esto facilita y optimiza el plan de MIT.

El MIT usa como premisa indispensable la prevención a partir de métodos de bajo impacto ambiental para mantener las poblaciones en umbrales bajos y en casos imprescindibles permite utilizar métodos que disminuyan las poblaciones drásticamente, bajo lineamientos y con productos previamente autorizados para el cultivo, por tanto, el MIT contiene los siguientes aspectos de control.

## Control preventivo

La prevención de la infestación por teocintle debe practicarse siempre pues de lo contrario las otras medidas de control serán poco eficientes. Las principales reglas para prevenir la infestación por teocintle son: usar semilla limpia, abonar con estiércol completamente fermentado, impedir el paso de animales de zonas infestadas a zonas limpias, limpiar bien la maquinaria, mantener limpios los canales y caminos, controlar el teocintle en el momento que se detecte, iniciando con métodos de control de bajo impacto ambiental como el preventivo, el legal, el físico y el biológico.

En otras palabras debemos de usar semilla certificada, abonar con humus de lombriz, impedir paso de animales, mantener limpios la maquinaria, canales y caminos, así como cero tolerancias al teocintle que nazca e invada nuestro cultivo y terreno.

## Control legal

Leyes sobre cuarentenas y las que norman la certificación de semillas, así como los acuerdos locales de los productores con las autoridades Ejidales, Delegacionales, Municipales, Estatales y Federales.

## Control físico

Este control incluye al control cultural manual con azadón, hoz y machete, también al control cultural mecánico con diferentes tipos de cultivadoras y rejas sencillas y múltiples, roto cultivadores que controlan al teocintle pero hacen aflorar y facilitar la germinación de semillas de teocintle que darán nuevas plantas del mismo. También el control físico incluye al control por fuego y por inundación.

La excelente preparación del suelo para tener una excelente cama de siembra, fechas de siembra, uso de híbridos tolerantes, así como la rotación de cultivos y la agricultura de conservación cuando es posible, están dentro del control físico cultural de la maleza en este caso el teocintle.



Control manual de teocintle



Control manual de teocintle con machete

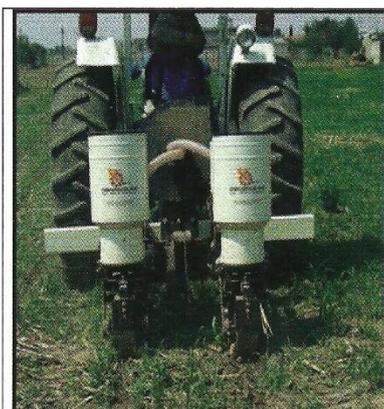
## Control biológico

Es el control que ejerce un organismo vivo sobre otro impidiendo la proliferación de este. Es control biológico el que ejerce el propio cultivo sobre el teocintle cuando lo domina en la competencia por los factores del medio; en cultivo de alta densidad y sembrado de modo, que se anticipe al teocintle en nacer, y más aun, si el medio no favorece el desarrollo del teocintle.

## Control químico

Es el que se efectúa por sustancias herbicidas cuya aplicación exige consideraciones técnicas particulares. Aplicar glifosato de 1.0 a 2.0 L/ha en pre siembra pero en pos emergencia al teocintle, también aplicar de 1.0 a 2.0 L/ha de paracuat, dicuat, o glufosinato de amonio en preemergencia al cultivo y pos emergente al teocintle o bien en forma dirigida sin tocar al cultivo en pos emergencia al cultivo y al teocintle. En la rotación de cultivo cuando este no sea una gramínea se hace uso de gramícidas como fluazifop-p-butil 1.0 a 2.0 L/ha o bien clethodim 0.25 a 0.5 L/ha en pos emergencia al cultivo y al teocintle.

De la misma forma en rotación de cultivo cuando este sea trigo se aplica clodinafop-propargil en combinación con el protector o antídoto cloquintocet-mexil una dosis/ha en pos emergencia al cultivo y al teocintle o bien si el cultivo es frijol se aplica fomesafen 1.0 L/ha en pos emergencia al cultivo y al teocintle o bien si el cultivo es frijol se aplica fomesafen 1.0 L/ha en pos emergencia al cultivo y al teocintle.



Agricultura de conservación para control de teocintle



Aplicación de Glifosato 2 litros /ha en presiembra al cultivo de maíz

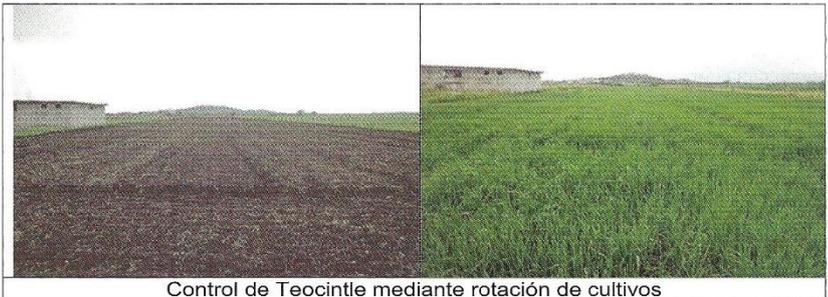
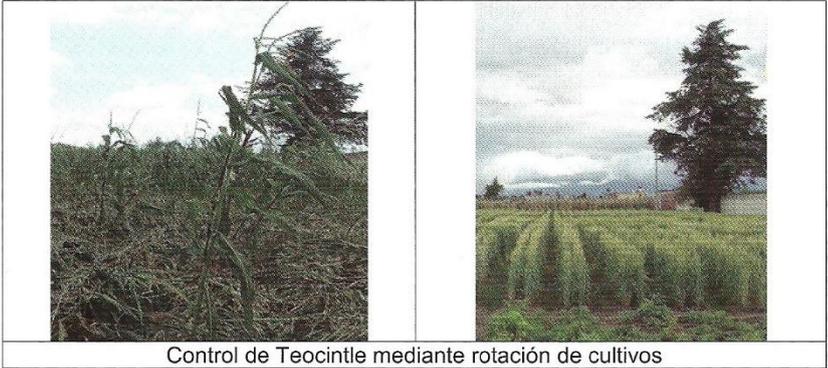
También con la aplicación de los herbicidas S-etil dipropiltiocarbamto ( EPTC ) y/o pebulato, previo tratamiento de la semilla de maíz con los antidotos dichlormid y/o naphthalic anhydride en preemergencia al cultivo y al teocintle.

## Control Químico

	Nombre Comercial	Producto	I. A.	Dosis	Recomendación
Malezas Mixtas	GRAMOXONE	Herbicida No selectivo	Paraquat	2.0 a 3.0 L ha-1	Aplice en pos emergencia al maíz y al teocintle entre hileras bajo condiciones de humedad
Malezas Mixtas	GRAMOCIL	Herbicida No selectivo	Paraquat+ Diuron	2.0 a 3.0 L ha-1	Aplice en presiembra o entre hileras en pos emergencia al maíz y al teocintle bajo condiciones de humedad
Malezas Mixtas	DOBLETE SUPER	Herbicida No selectivo	Paraquat+ Diuron	2.0 a 3.0 L ha-1	Aplice en pos emergencia al maíz y al teocintle entre hileras bajo condiciones adversas de humedad
Malezas Mixtas	COLOSO TOTAL, FAENA	Herbicida No selectivo	Glifosato	2.0 a 3.0 L ha-1	Aplice en presiembra
Malezas Mixtas	EPTAN ERRADICATE	Herbicida No selectivo	S-etil dipropiltiocarbamto (EPTC)	2.0 a 3.0 L ha-1	Aplice en preemergencia al maíz y al teocintle bajo condiciones de humedad <b>PREVIO TRATAMIENTO DE LA SEMILLA DE MAIZ CON EL ANTIDOTO DICHLORMID</b>

# Sugerencia recomendada para el control de teocintle en maíz bajo el plan de MIT, en valles altos del Estado de México

Aplicar al 100.0% el control preventivo e iniciar con la preparación en los dos primeros ciclos con la cama de siembra para una agricultura de conservación. En el primer ciclo el control de teocintle será cero tolerancia al teocintle, aplicación de glifosato y rastras en presiembra, aplicación de paraquat y dicuat en preemergencia al cultivo (maíz híbrido de rápido crecimiento y fenotipo contrastante al teocintle como el Aspros-722, ICAMEX-2010, Asgrow Z-60, Pioner-32D06, etc.), escardas y deshierbes manuales con azadón, hoz y machete, de ser posible aplicaciones dirigidas de paraquat, dicuat y glufosinato de amonio. Dejar 100.0 de los residuos de la cosecha. Para el segundo ciclo rotación de cultivo con alguna leguminosa que puede ser haba o frijol y uso de gramicidas como fluzafop-p-butil o bien clethodim en pos emergencia al cultivo y al teocintle. Dejar 100.0 de los residuos de la cosecha. A partir del tercer ciclo continuar rigurosamente con el esquema de agricultura de conservación, rotación de cultivo y por siempre continuar con el plan de MIT para la erradicación del teocintle de nuestro predio.



## Bibliografía

Buheler, D, D, Pitty A. 1997. *Implimentaciones del sistema de labranza sobre el manejo de malezas*. Pág. 119-130. En: Pitty A. (Ed.) *Introducción a la biología, ecología y manejo de malezas*. Zamorano Academia Press. Honduras. 300 p.

Balbuena, M. A., González, H. A., Pérez, L. D., Sánchez, N. S., Vences, C. C. y Gutiérrez, R. F. 2008. *Germinación y emergencia del teocintle con otra especies cultivables*. Facultad de ciencias agrícola de la Universidad autónoma del Estado de México.

Counsens R., Moss S. R. 1990. A modelo f the effects of cultivation on the vertical distibution of the leed seeds within the soil. *Weed Reserch* 30:61-70.

Fukunaga, K.; Hill, J.; Vigoroux, I.; Matsuoka, Y., Sanchez, GJ.; Liu, K.; Buckler, S. E.; Doebley, J. 2005 *Genetic diversity and population structure of teosinte*. *Genetics* 169:2241-2254. García, T. L. Fernández, Q. C. 1991. *Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España 348 p.

Godoy G, Vega J, PittyA. 1995. *El tipo de labranza afecta la flora y la distribución vertical del banco de semillas*. *Ceiba* 36:217-229. Harper J. L. 1994. *Population biology of plants*. Academic Press. San Diego, CA.

López y Parra, R. 1908. *El teocintle. Origen del maíz*. Secretaría de fomento. México DF. Lumholtz, C. 1902. *Unknow México*. Vol. 1 C. Scribner, New Cork, N. Y. 530 p.

Mondragón, P. J. 2005. *Distribución, etnobotánica y germinación del teocintle anual Zea mays ssp. parviglumis en el norte de la cuenca del Balsas*. Tesis de M. en C. Botánica. Colegio de Postgraduados 101 p.

Mondragón, S. L. 2003. *Manejo agronómico del maíz en el sistema de siembra a doble hilera*. Instituto de investigación y capacitación agropecuaria acuícola y forestal del Estado de México, ICAMEX. San Antonio la Isla, Méx., México. pp. 40.

Mondragón, S. L. y Perdomo, R. F. 2005. *Control del teocintle en el cultivo de maíz. Informe anual. Instituto de investigación y capacitación agropecuaria, acuícola y forestal del Estado de México, ICAMEX*. Metepec, México, México. pp. 10.

Mondragón, S. L. y Perdomo, R. F. 2006. *Control del teocintle en el cultivo de maíz. Informe anual. Instituto de investigación y capacitación agropecuaria, acuícola y forestal del Estado de México, ICAMEX*. Metepec, México, México. pp. 10.

Mondragón, S. L., López, H. V. y Perdomo, R. F. 2007. *Control del teocintle en el cultivo de maíz. Informe anual. Instituto de investigación y capacitación agropecuaria, acuícola y forestal del Estado de México, ICAMEX*. Metepec, México, México. pp. 10

Mondragón, S. L. y Perdomo, R. F. 2008. *Control del teocintle en el cultivo de maíz. Informe anual. Instituto de investigación y capacitación agropecuaria, acuícola y forestal del Estado de México, ICAMEX*. Metepec, México, México. pp. 15. Pitelli, R. A. De Campos, M. P. R. L. 2004. *Biología y eco fisiología de plantas nativas*. Pág. 29-56. En: Vargas, L., Sherer, RE. (Eds.) Manual de manejo y control de plantas nativas. EMBRAPA Uva e Vinho, Bento Goncalves, RS. Brasil. 562 p.

Pitty A. 1997. *Interferencia: competencia, alelopatía y parasitismo*. Pág. 49-73. Pitty A. (Ed.) Introducción a la Biología, Ecología y manejo de malezas. Zamorano Academia Press. Honduras. 300 p.

Sánchez, N. S., Balbuena, M. A., González, H. A., Pérez, L. D., Franco, M. O. y Franco, M. A. 2008. *Competencia entre teocintle y maíz en el valle de Toluca, Estado de México*. Facultad de ciencias agrícola de la Universidad autónoma del Estado de México.

Sánchez, G. J. J; Ruiz, C. J. A. 1995. *Teosinte distribución in México*. Pág. 18-35. En: Serratos, JA, Wilcox, MC, Castillo GF (Eds.). Gene flor among maize landraces, improved maize. *Mejoramiento de Maíz y Trigo*. México, DF. Sánchez, G. J. J; Kato, T. A.; Aguilar, S. M.; Hernández, C. J. M.; López, R. A.; Ruiz, C. J. A. 1998. *Distribución y caracterización del teocintle*. Libro técnico No. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, DF.

Sánchez, G. J. J.; Ruiz, C. J. A. 2005. *Distribución del teocintle en México*. [http://www.cimmyt.org/abc/geneflow pdf spa/FG-Distribucion](http://www.cimmyt.org/abc/geneflow/pdf spa/FG-Distribucion). Fecha de acceso agosto del 2005.

Staricka, J. A.; Burfond, PM.; Allmaras, RR.; Nelson, WW. 1990. *Tracing the vertical distribution of simulated shattered seeds as related to tillaje*. Agronomy Journal 82:1131-1134. Simdahl, RL: (1993) Fundamentals of weed science. Academic Press, Inc. California. 450p.

Vibrans, H.; Estrada, FJG. 1998. *Annual teosinte is a common weed in the valley of Toluca, México*. Maydica 43:45-48.

Wilkes, HG. 1967. *Teosinte: the closed relative maize. The Bussey Institution*. Harvard University. Cambridge, Massachusetts.

Wilkes, HG. Taba, S. 1993. *Teosinte in the Valley of Toluca, México*. Maize Genet. Coop. Newsl. 67:21.

**Un campo**  
*Mexiquense*  
**más productivo**