

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**



Estrés químico en maíz (*Zea mays* L.) por Glifosato

Por:

ELIUD JUÁREZ ALONSO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2011

AGRADECIMIENTOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Estrés químico en maíz (*Zea mays* L.) por Glifosato

Por:

ELIUD JUAREZ ALONSO

TESIS

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador
como requisito parcial para obtener el título de:

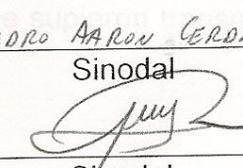
INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada por:

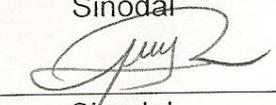
MC. Arturo Coronado Leza


Presidente del jurado

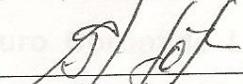
MC. Pedro Aarón Cerda García

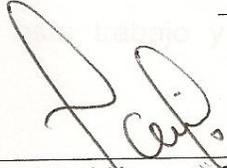

Sinodal

Dr. Juan Manuel Martínez Reyna


Sinodal

Dr. Guadalupe López Nieto


Sinodal


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía

Salttillo, Coahuila, México
Coordinación
División de Agronomía

Junio de 2011

AGRADECIMIENTOS

En agradecimiento a mis padres por la paciencia que me tuvieron y por todo el apoyo brindado durante mi formación profesional.

A mis abuelitos por la confianza y las palabras de aliento que siempre me dieron.

A todos mis amigos especialmente a **Julián, Armando, Rolendi y Marina**, que me ayudaron siempre en las más difíciles situaciones, por el tiempo que me dedicaron y por todas esas experiencias en las que me han acompañado.

A **Micaela** por ese cariño incondicional que me brindó, por sus buenos consejos y su gran compañía.

A mis profesores gracias por el conocimiento que me supieron transmitir y por poner todo su empeño en hacernos triunfar.

Al **Ing. Pedro Aarón Cerda García** y al **Ing. Arturo Coronado Leza**, por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo y orientarme durante todo el experimento.

Gracias a ti señor por tus bendiciones y porque nunca me desamparaste.

DEDICATORIA

A mi **Mamá Saret Alonso Corona**, por todo su sacrificio y esa confianza depositada en mí.

A mi **Papá Tomás Juárez Juárez**, por darme ese valor y por guiarme sin sobreprotegerme.

A mis **Abuelitos Aduino Alonso Alonso y Concepción Corona Xoyatla**, por su tierno afecto y no me alcanzarían las palabras para agradecerles todo lo que hicieron por mí.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS	III
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE DE CUADROS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	IX
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	2
HIPÓTESIS	2
JUSTIFICACIÓN	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
GENERALIDADES DEL MAÍZ (<i>Zea mays</i>, L)	3
Origen del Maíz	5
Historia y Desarrollo del Maíz	6
Características Taxonómicas del Maíz	7
Características Morfológicas del Maíz	7
Sistema Radicular	7
Raíz Principal	8
Raíces Adventicias	8
Raíces de Sostén	8
Tallo	8
Hojas	8
Inflorescencia	8
Mazorca	9
Desarrollo Vegetativo del Maíz	9
Genética del Maíz	11
Producción del Maíz	12
Exigencias Edafoclimáticas en el Cultivo de Maíz	14
Clima	14
Fechas de Siembra del Maíz	15
Densidad de Siembra	15
Fertilización	16
Maleza	17
Plagas	18
Enfermedades	19
USO DEL GLIFOSATO	19
Historia	19
Modo de Acción	21
Sitio de Acción	22
Molécula	23
Efectos Fisiológicos	24
ESTRÉS VEGETAL	25
Estrés Fisiológico en Vegetales	25
Estrés Biótico	27

Estrés Abiótico	28
Estrés por Contaminantes	28
Estrés por Causas Climáticas	30
Estrés Hídrico	33
Estrés Asociado al Manejo del Cultivo	34
Estrés por Salinidad Excesiva	34
Estrés por Daño Mecánico	36
Solución al Estrés	37
Nutrición Foliar	39
Aminoácidos	39
Aminoácidos de Aplicación Específica	39
Quelatos	40
Urea foliar	40
Azúcar	40
MATERIALES Y MÉTODOS	41
Localización del Área de Estudio	41
Material Genético Evaluado	41
Descripción de Agroquímicos Usados	41
Establecimiento del Experimento	41
En Invernadero	42
Diseño Experimental	42
Tabla de Tratamientos	42
Aplicación de Productos	43
Variables Usadas Para la Evaluación	43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
Longitud de Raíz	44
Longitud del Vástago	45
Peso Fresco de Raíz	45
Peso Fresco del Vástago	46
Escala de Daño	47
CONCLUSIONES	48
LITERATURA CITADA	49
CONSULTAS EN INTERNET	57
ANEXOS	58

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Comparación de Medias de la Longitud del Vástago	45
Cuadro 2. Comparación de Medias del Peso Fresco de Raíz	46
Cuadro 3. Comparación de Medias del Peso Fresco del Vástago	46
Cuadro 4. Comparación de Medias de la Escala de Daño	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura Molecular del Glifosato	Página 24
---	--------------

RESUMEN

El presente trabajo fue desarrollado ante la necesidad de resolver los problemas que se han presentado continuamente al realizar aplicaciones en diferentes cultivos; se han observado síntomas por fitotoxicidad principalmente en las plantas de maíz; esto debido a que el equipo de aspersión no es lavado correctamente y quedan residuos de algún herbicida, accidentalmente llegan a dañar al cultivo.

Los principales objetivos fueron: la comparación de los efectos del Glifosato en las plantas mediante una escala de daño y su recuperación de plantas de maíz aplicadas con Glifosato por medio de fertilización foliar siguiendo la siguiente metodología: En el laboratorio de malezas se sembraron semillas de maíz en charolas de plástico; se pusieron a germinar en una cámara bioclimática, dando los riegos correspondientes hasta alcanzar un tamaño adecuado para realizar la aplicación con el herbicida Glifosato.

Después de que se hicieron los tratamientos con el Glifosato, se realizó una fertilización, suministrando una solución de nutrientes a base de aminoácidos, quelatos, urea y sacarosa.

Para comparar los efectos del herbicida se usaron las variables de la longitud y peso fresco de la raíz y el tallo, también una escala de daño por Glifosato; apoyándose de un paquete de diseños experimentales.

Se concluyó que las plantas aplicadas con dosis relativamente bajas, menores a 0.726 ppm, sí se pueden recuperar del estado de estrés, y las dosis mayores causan daño total en las plantas.

Palabras clave: Glifosato, maíz, fitotoxicidad, fertilización, estrés, nutrientes.

INTRODUCCIÓN

El control de malezas en maíz tradicionalmente fue realizado mediante la utilización de herbicidas preemergentes. La dificultad para controlar las malezas en postemergencia y el efecto de la competencia inicial sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo (Cepeda *et al.*, 1996; Cepeda y Ponsa, 1996) originaron esta tendencia.

El Glifosato es el principio activo con acción herbicida cuyo objetivo es el control de malezas. Al ser un herbicida total y no tener efecto residual, el Glifosato ha demostrado no impactar en la diversidad de especies vegetales (malezas). Presentes en los lotes donde se lo aplica. El Glifosato no afecta la biodiversidad de otras especies vivas que no sean vegetales (Jeschke y Stoltenberg, 2006).

El Glifosato tiene mínimo efecto por lixiviación debido a su fuerte retención por parte de las partículas del suelo. Esto significa que su movimiento vertical (lixiviación) es limitado y evita así la contaminación de las aguas subterráneas (World Health Organization, 1997).

Los herbicidas generalmente se aplican en solución o suspensión acuosa, como una nube de pequeñas gotas dirigida hacia el objetivo de la aplicación, muchas veces después de dicha actividad se olvida lavar bien el equipo de aspersion y resulta que en la siguiente aplicación el cultivo presenta síntomas de fitotoxicidad, esto por consecuencia de las molécula activas de algún herbicida.

Si actuamos de manera inmediata a los primeros síntomas, los efectos pueden ser reversibles adicionando a nuestro cultivo fertilización foliar, con una mezcla de aminoácidos y quelatos para estimular a la planta; así en pocos días se comienza a ver la respuesta efectiva de los elementos adicionados.

OBJETIVO

Comparación de los efectos del Glifosato en las plantas mediante una escala de daño.

Recuperación de plantas de maíz aplicadas con Glifosato por medio de fertilización foliar.

HIPÓTESIS

Las plantas asperjadas con Glifosato presentarán un grado variable de fitotoxicidad, las dosis (menores de 0.726 ppm) de Glifosato pueden causar daños reversibles en plantas de maíz, los cuales pueden disminuirse por medio de fertilización foliar específicamente con aminoácidos, esto provocará una reactivación en la planta que concluirá en la recuperación total de la misma.

JUSTIFICACIÓN

Es importante conocer las dosis tolerables de las plantas a la acción agresiva de algunos herbicidas, ya que por una aplicación accidental puede ocasionar una fitotoxicidad en las plantas de maíz; lo mismo puede ocasionar por no lavar bien el equipo de aspersión después de haber usado herbicidas y otros productos fitotóxicos, por eso mediante este proyecto de tesis se comprueban las dosis que puede resistir una planta de maíz a la acción del Glifosato, así como también los posibles elementos para reactivar la planta estresada.

REVISIÓN DE LITERATURA

GENERALIDADES DEL MAÍZ

El maíz (*Zea mays* L.), fue el cereal de los indígenas americanos, cultivado principalmente en las regiones más cálidas, pero también tan al norte como hasta el valle del Río San Lorenzo y la región de los grandes lagos y al sur hasta Chile y Argentina. Ahora se cultiva en todas partes del mundo que son adecuadas (Cronquist, 2000).

La planta del maíz está unida a la vida del hombre desde hace varios miles de años. Se considera que México, al igual que otros países de América Latina, es una cultura del maíz; esto quiere decir que gran parte de las actividades individuales y sociales de sus habitantes dependen de esta planta (Beas, 1982).

En la península de Yucatán y parte de la América central, se desarrolló la cultura de los pueblos mayas. Según la tradición de este pueblo, el origen del hombre está ligado al maíz. Se creía y se cree que los dioses crearon a los primeros cuatro hombres con maíz amarillo y maíz blanco, de maíz también crearon a las primeras cuatro mujeres y juntos conocieron el mundo y engendraron las primeras tribus (Beas, 1982).

Aunque es usado sobre todo para alimentación animal (78%), principalmente para el ganado, cerdos y aves, el 13% es usado como alimento para los humanos, donde sus aplicaciones son diversas. Se consume como grano, sobre la mazorca (elote), o en formas procesadas como el aceite, almidón, dulcificante y harina. Tal es su versatilidad que sus derivados también pueden encontrarse en medicamentos como la aspirina y antibióticos, en los cosméticos y jabones y en un rango amplio de productos industriales (Taba *et al.*, 2004).

Olivares (1984) reconoce que la superficie maicera total mexicana, se divide en áreas debido su altitud y climatología.

- a) Área intermedia o región del bajío.- Con alturas que van de 1,100 a 1,800 m.s.n.m comprendiendo parte de los estados de Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Querétaro.
- b) Trópico-seco.- Esta área comprende parte de los estados de Coahuila, Nuevo León, Sinaloa, Sonora y norte de Tamaulipas y con alturas de 0 a 1,000 m.s.n.m.
- c) Trópico-húmedo.- Esta área comprende parte de los estados de Veracruz, Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán, Colima, Guerrero, Nayarit y Sinaloa con alturas que van de 0 a 800 m.s.n.m.
- d) Mesa central norte.- Esta área comprende parte de los estados de Durango, Zacatecas, San Luis Potosí y Nuevo León con alturas de 500 a 2,000 m.s.n.m. esta área es de gran importancia por el número de hectáreas que se siembran con maíz.

Concluyendo que la región de mayor importancia por su mayor producción de grano, es la región de Trópico Seco, ya que presente un clima caliente pero con baja humedad relativa.

Para el 2020, la demanda de maíz (*Zea mays* L.) en los países en vías de desarrollo se proyecta que superará la demanda de trigo (*Triticum vulgare*) y arroz (*Oryza sativa*). Esto se refleja en un 50% de aumento en la demanda de maíz global de 558 millones de toneladas en 1995 a una proyectada de 837 millones

de toneladas en 2020. En el mundo en vías de desarrollo solo, la demanda de maíz aumentará de 282 millones de toneladas en 1995 a la proyectada de 504 millones de toneladas en el 2020. Aproximadamente 140 millones de hectáreas de maíz son globalmente cultivadas. Los productores principales son Estados Unidos, China y Brasil, seguidos por Argentina, Sudáfrica y la Unión Europea.

Aproximadamente 96 millones de hectáreas son cultivadas en los países en vías de desarrollo con cuatro países (China, Brasil, México e India) responsabilizados con más de 50% del total (Taba *et al*, 2004).

Origen del Maíz

El maíz es un cereal nativo de América, cuyo centro original de domesticación fue Mesoamérica, desde donde se difundió hacia todo el continente. No hay un acuerdo sobre cuándo se empezó a domesticar el maíz, pero los indígenas mexicanos dicen que esta planta representa, para ellos diez mil años de cultura (Riveiro, 2004).

Galinat (1995) resumió los datos sobre el origen del maíz, indicando que el mismo fue domesticado hace más de 8,000 años, a partir de una planta silvestre llamada Teocintle que significa "grano de dios".

Al contrario del trigo (*Triticum aestivum*) y el arroz (*Oryza sativa*), el maíz ha dejado un rastro oscurecido por su complejidad, ya que no existen formas intermedias vivientes entre el maíz silvestre y las 50 variedades de maíz que han evolucionado bajo la selección agrícola en México, los cuales en muchos casos aún son cultivados allí (Wilkes y Goodman, 1995).

Historia y Desarrollo del Maíz

Generalmente se considera que el maíz fue una de las primeras plantas cultivadas por los agricultores hace entre 7 000 y 10 000 años. La evidencia más antigua del maíz como alimento humano proviene de algunos lugares arqueológicos en México donde algunas pequeñas mazorcas de maíz estimadas en más de 5 000 años de antigüedad fueron encontradas en cuevas de los habitantes primitivos (Wilkes, 1979, 1985).

El maíz deriva del teocintle a través de mutaciones y por selección natural (Longley, 1941) o fue obtenido por los primeros agricultores fitomejoradores (Beadle, 1939, 1978, 1980). Es generalmente aceptado el hecho de que el teocintle es el antecesor silvestre y/o allegado al maíz y que ha participado directamente en el origen del maíz cultivado.

Illis y Doebley (1980) sugirieron que el maíz y el teocintle son dos subespecies de *Zea mays*. Esta opinión, sin embargo, no es muy aceptada por los fitomejoradores del maíz aunque cuenta con el apoyo de los botánicos.

Para México el 80% de la superficie se cultiva bajo temporal, de la cual 50% es ecológicamente de productividad baja o marginal. El 92% de los productores siembran menos de 4 hectáreas generalmente aplican tecnologías de producción tradicionales (Schwentenius, 2003).

Características Taxonómicas del Maíz

REINO: Plantae

DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Liliopsida

SUBCLASE: Commelinidae

ORDEN: Poales

FAMILIA: Poaceae

SUBFAMILIA: Panicoideae

TRIBU: Andropogoneae

GÉNERO: *Zea*

ESPECIE: *Zea mays*

Características Morfológicas del Maíz

Sistema Radicular

El maíz tiene un sistema de raíces fibrosas, compuestos de raíces seminales o primarias, secundarias o adventicias. Es un sistema organográfico y funcional de gran interés agrícola, pues la planta asegura su estabilidad y resuelve por allí en gran parte el problema de su alimentación, (Ramella 1948).

Según la SEP, 1988; el sistema radicular está compuesto por:

Raíz Principal

Representada por un grupo de una a cuatro raíces que luego dejan de funcionar, se origina en el embrión y suministra nutrientes a la semilla en los primeros días.

Raíces Adventicias

El sistema radicular es totalmente adventicio y puede alcanzar hasta 2 metros de profundidad.

Raíces de Sostén

Estas raíces se originan en los nudos cerca del suelo y favorecen la estabilidad. Disminuye el problema de acame y éstas son las que también realizan la fotosíntesis.

Tallo

El tallo es de consistencia leñosa, cilíndrico y el número de nudos varia de 8 a 25 con un promedio de 16, (SEP, 1988); la variabilidad del diámetro de la caña va de 26 a 45 mm, comúnmente de 30 a 35 mm. (Ramella, 1948).

Hojas

La hoja está compuesta de lámina, lígula y vaina foliar, es de forma elongada y aplanada, curvándose (Ramella, 1948), en la cual la vaina de la hoja forma un cilindro alrededor del entrenudo con extremos desnudos, su color es verde, aunque hay hojas rayadas de blanco y verde o verde purpura y el número de hojas es variable (SEP, 1988).

Inflorescencia

El maíz es monoico, las flores masculinas forman la panoja terminal del tallo; las femeninas están dispuestas en una espiga cilíndrica (mazorca) con raquis o marlo grueso y corchoso. El grano se dispone en hileras y es un cariósipide desnudo, variable en tamaño y color (Tocagni, 1980).

Mazorca

Cada planta tiene de una a tres mazorcas, según la variedad y condiciones ambientales en que se encuentre (SEP, 1988).

Desarrollo Vegetativo del Maíz

El coleóptilo fuerte y puntiagudo puede abrirse camino a través de un suelo normal. Pero cuando se rompe a 3 cm o más bajo la superficie, la hoja expuesta es muy ancha, no es puntiaguda ni rígida. No puede por tanto abrirse camino hasta la superficie, sino que se expande, sigue estando amarilla y retorcida y muere enseguida. El coleóptilo brota entre seis y ocho días después de la siembra. Tan pronto alcanza la luz se rompe la parte superior y se despliegan dos hojas verdaderas, en rápida sucesión. En buenas condiciones de crecimiento salen del verticilo algunas otras hojas, abriéndose a una velocidad aproximada de una hoja cada tres días. En consecuencia, entre 15 y 18 días después de la siembra la nueva plántula deberá estar bien afianzada, con cinco a seis hojas desplegadas. Las hojas nuevas se producen en un único punto de crecimiento, situado en el ápice del tallo. A medida que la planta crece, y hasta poco antes del surgimiento de la panoja, aparecen hojas nuevas, que se han formado dentro de la planta durante el periodo de crecimiento vegetativo (Aldrich, 1974).

De cinco hojas embrionarias en la semilla, una planta de maíz normal produce entre 20 y 30 hojas. Todas ellas se forman en el punto de crecimiento antes de comenzar el desarrollo de la panoja. La profundidad de siembra tiene solo una ligera influencia sobre la profundidad de salida del sistema radical principal. Las raíces primarias continúan hundiéndose y ramificándose, mientras que se forman sucesivas raíces adicionales en los nudos del tallo por encima de la corona. Estos nudos que producen raíces debajo de la tierra se corresponden con los nudos situados encima, que originan hojas. Cuando la planta ha completado la diferenciación del número

total de hojas, la función del punto de crecimiento sufre un cambio fundamental y repentino. En condiciones normales de crecimiento, en la zona del maíz esto ocurre unos 30 días después de la siembra (Aldrich, 1974).

La espiga diminuta comienza a formarse al costado del punto de crecimiento, apenas una semana o diez días después de iniciada la panoja. La espiga principal del maíz se origina en el ápice de una ramificación lateral, situada aproximadamente en el sexto nudo por debajo de la panoja. A partir de la iniciación de la panoja la planta de maíz necesita normalmente de cinco a seis semanas para llegar a la etapa de liberación del polen y alargamiento de los estilos. Cuando surge la panoja, y pueden verse el ápice del vástago correspondiente a la espiga, comienza a disminuir la velocidad del crecimiento de la planta y se inician las etapas finales de preparación para la floración. En los días previos a la liberación del polen y al alargamiento de los estilos, la planta utiliza la mayor parte de su energía en la producción de polen maduro y en la formación de las estructuras de la mazorca y de la espiga. En la mayoría de los tipos de maíz, la liberación del polen no comienza inmediatamente después que la panoja sale del verticilo foliar. Por lo común, una semana o diez días antes de la aparición de los estilos se ve el ápice de la panoja. Esta sale de las hojas que la envuelven y se expande por completo antes de liberar el polen. Los granos de polen son producidos en gran cantidad en cada una de las anteras. Estas salen de las glumas que las envuelven, comúnmente de mañana temprano hasta la media mañana, después que se ha secado el rocío de las panojas. La liberación del polen dura varios días (comúnmente entre 5 y 8) y alcanza su máxima producción alrededor del tercero. La dehiscencia se inicia en el medio de la espiga central de la panoja, se extiende a toda la panoja en los siguientes y finaliza en los ápices y bases de las ramificaciones inferiores (Aldrich, 1974).

Genética del Maíz

Un efecto notable del proceso evolutivo es la definición de una amplia gama de tipo y razas de maíz cultivado. Los trabajos de caracterización de razas de maíz en México, han proseguido y son importantes como base a la formación de bancos de germoplasma para los programas de fitomejoramiento. Según el Centro de Investigaciones Agrarias (1980) dentro de estas razas, existen diferentes variedades y clases de maíz, las principales en nuestro país son:

- Maíz pepitilla, maíz blanco tierra fría, maíz ancho blanco, maíz chato blanco, maíz blanco abolado, maíz cacahuazintle, maíz palomero.

De acuerdo con la forma de las mazorcas se puede detectar la región de donde proceden; así por ejemplo las de forma cilíndrica son originarias de lugares cálidos, como son las regiones ubicadas de 0 a 100 metros sobre el nivel del mar; las semicilíndricas, son producidas en zonas situadas entre 1200 a 1900 metros; y las de forma cónica proceden de los valles altos localizados entre los 1900 y 2700 metros sobre el nivel del mar, como el Valle de México y regiones de Puebla y Pachuca (Centro de Investigaciones Agrarias, 1980).

Las variedades locales son generalmente llamadas variedades autóctonas. Hodking *et al*, (1993) describen las variedades autóctonas como poblaciones de cultivo morfológicamente identificables, las cuales tienen un grado de integridad genética. Los campesinos cultivan las variedades autóctonas con variabilidad inherente o cultivan variedades varietales (Lafond, 1998).

Algunas de las principales variedades encontradas son:

- V. Francisco, V. Tusón, V. T-6, V. Jíbara, HD. T66, HD. T77, V. Victoria.

Producción del Maíz

La República Mexicana cuenta con una superficie de 1,958,201 km², de los cuales el 52% corresponde a regiones áridas y semiáridas, con predominio de climas secos. No obstante estas limitaciones, en estas zonas se desarrollan importantes regiones agrícolas, donde se efectúa una parte considerable de la agricultura de riego y también se localizan extensas superficies de maíz y frijol de temporal como es el caso del altiplano mexicano (Conaza, 1994).

Olivares (1984) habla de un 74% de las áreas de temporal de este cultivo en nuestro país, además menciona que esta área está expuesta a condiciones adversas y a sistemas agrícolas tradicionales, con bajos o nulos rendimientos por unidad de superficie lo que obliga al país a importar volúmenes considerables para cubrir los requerimientos del consumo nacional.

Aunque se reconoce la importancia de la irrigación en los climas tropicales y sub húmedos, todos los problemas de la irrigación se presentan en regiones áridas y semiáridas, donde la agricultura depende de un cuidadoso manejo de la tierra y del agua (Thorner y Peterson, 1975).

Por otra parte Jugenheimer (1981) menciona que varios factores de los que depende la producción máxima del maíz en los Estados Unidos de América, por ejemplo la cantidad, distribución y eficacia de las lluvias son factores importantes en la producción de maíz, ya sea escasa o mala afecta adversamente el rendimiento. El calor y la sequía durante el periodo de polinización a menudo causan la desecación del tejido foliar y la formación de semillas.

La producción mundial de maíz (*Zea mays* L.) a principios de la década de 1990 ascendió a más de 469 millones de toneladas anuales; por volumen de producción, el maíz ocupa el tercer lugar detrás del trigo (*Triticum vulgare*) y el arroz (*Oryza sativa*). A lo largo de la década de 1980, la producción de esta especie experimentó un crecimiento neto de casi el 11%, debido al cultivo intensivo y a la abundante aplicación de fertilizantes y herbicidas. Estados Unidos es el primer productor y acumula más del 40% de la producción mundial. China, Brasil y México son otros importantes países maiceros (Enciclopedia Encarta, 2000).

La producción en los países desarrollados es destinada a la ganadería e industria, mientras que en los países en desarrollo constituye un grano básico para la población humana (Quiroga, 1995).

En el área tropical de México se siembran anualmente 3 millones de hectáreas de maíz lo que significa el 40% de la producción total nacional. El maíz con alta calidad de proteína es un derivado del aprovechamiento del gen mutante opaco o2 en su versión homocigota recesiva con mayor contenido de lisina y triptófano, aminoácidos esenciales en la alimentación (Mertz *et al.*, 1964); sin embargo, al alto valor nutritivo de estos maíces se ligaban características indeseables entre ellas grano con textura suave, bajo peso, poca resistencia a enfermedades y plagas de almacén, problemas que limitaron el avance de estas investigaciones. Vasal y Villegas (CIMMYT, 2001) mediante técnicas de mejoramiento tradicionales, incorporaron al maíz opaco genes modificadores de la textura del endospermo, por lo que en la década de los 80's, se obtuvo lo que se conoce como maíz con alta calidad de proteína. Estos genes modificadores le confieren al endospermo una textura más dura que el maíz opaco, dando la apariencia de un maíz común o normal (Vasal, 1994).

Exigencias Edafoclimáticas en el Cultivo de Maíz

El maíz crece bien en varios suelos si el desagüe es bueno (sin saturación en agua). El mejor desarrollo se produce en suelos de textura media, profundos, con buen drenaje (Rabí, 2001). Tiene un sistema de raíces profundo (hasta 185 cm) y se beneficia de suelos profundos que permiten el almacenamiento de agua durante sequías. El valor pH óptimo para el maíz es entre 5.5-7.5, aunque algunos suelos tropicales producen buenas cosechas con un valor pH de 5.0 (Leonard, 2000).

Clima

El maíz requiere de 3600-5000 m³ de agua por hectárea para todo su ciclo vegetativo. De ellos, 1600-2000 m³/ha desde la siembra hasta el inicio de la floración, 1400-1750 m³/ha durante la floración y formación de los granos y de 600-1250 m³/ha para el desarrollo y crecimiento del grano (Rabí, 2001).

La tasa de crecimiento óptima del maíz aumenta con temperaturas hasta 32-35°C si la humedad del suelo es abundante, pero aminora un poco con temperaturas entre 27-30°C cuando la humedad es sólo adecuada. Si la humedad de la tierra es baja, la temperatura para el crecimiento óptimo baja a 27°C o menos. A temperaturas de 10°C o menos, el maíz crece muy despacio si llega a crecer, y queda susceptible a las heladas. A pesar de esto, las temperaturas en exceso de 32°C reducen los rendimientos si ocurren durante la polinización. Los rendimientos también se reducen con temperaturas nocturnas excesivamente altas, porque éstas apuran la tasa de respiración de la planta y la "quemadura" de las reservas para el crecimiento (Leonard, 2000).

Las temperaturas recomendadas para el desarrollo del maíz son, en las temperaturas medias mensuales, 25.5°C, para las temperaturas medias mensuales de las máximas diarias, 29.9°C y para las temperaturas medias mensuales de las mínimas diarias, 21.0°C (Quesada y Facundo, 1998).

Fechas de Siembra del Maíz

Este cultivo admite siembra durante todo el año, sin embargo deben tenerse en cuenta los objetivos de la producción de maíz tierno o grano seco. Para el caso de grano seco hay que considerar que la siembra se realice en un momento que garantice la cosecha en condiciones de baja humedad ambiental. El mejor período de siembra es desde Agosto hasta Abril para la producción de granos y de maíz tierno ya que es cuando se alcanzan los mayores rendimientos y se presentan menos dificultades desde el punto de vista fitosanitario y del clima, facilitándose las labores de cultivo y de cosecha. La siembra fuera de estos períodos tiene mayores dificultades debido a problemas climáticos, independientemente de la temporada ciclónica, en la que pueden producirse grandes afectaciones (Rabí, 2001).

La siembra se podrá realizar desde el 15 de septiembre al 31 de marzo. Las fechas óptimas son durante período seco: del 15 de noviembre al 15 de diciembre, para la producción de granos y hasta el 15 de febrero para la producción de maíz tierno. Período húmedo: desde el 16 de diciembre hasta el 10 de abril, tanto para la producción de granos como para maíz tierno.

Densidad de Siembra

La densidad de siembra depende de las condiciones del suelo y de las características de la semilla.

Para los maíces nativos de la práctica es sembrar entre 25,000 y 27,000 plantas por hectárea, mientras que para los híbridos convienen densidades de 40,000 ó más de ellos.

Actualmente, para los híbridos, una densidad de 40,000 plantas por hectárea es moderada, pues lo común es una densidad de 55,000 para obtener poblaciones adultas de 37,000 a 50,000 plantas.

Es más, con algunos híbridos se sugieren densidades de 60,000 plantas y con las variedades enanas hasta de 70,000 o más semillas por hectárea.

En el caso del maíz forrajero la densidad va de 120,000 plantas por hectárea hasta 247,000 para forraje verde.

En suelos húmedos se siembra mayor densidad a una distancia menor entre hileras, para evitar pérdidas excesivas por evaporación. En suelos secos se siembra con menor densidad.

Los híbridos tienen unas 3000 semillas por kilogramo, dependiendo del tamaño, por lo que se necesitan de 15 a 20 kg de semilla por hectárea para densidad de siembra de 50,000 plantas, equivalentes a 5 plantas por metro cuadrado.

Generalmente se siembra de 10 a 15 % adicional de semillas para compensar las pérdidas (Lesur, 2005).

Fertilización

El maíz responde ampliamente a la incorporación de material fertilizante, especialmente de nitrógeno y fosforo, requiere también cantidades fuertes de potasio, por lo que en suelos con deficiencia de este elemento o con problemas de retención del mismo es necesario incorporarlo a la formulación aplicada (Centro de Investigaciones Agrarias, 1980).

Cuando no se dispongan de los estudios agroquímicos necesarios se emplearán las siguientes cantidades de nutrientes, (100-150 kg/ha) de Nitrógeno, (60-100 kg/ha) de Fósforo y (100-180 kg/ha) de Potasio (Rabí, 2001).

Maleza

La infestación de hierbas dentro del cultivo en ocasiones llega a reducir el rendimiento de la producción cuando el control se realiza después de la época oportuna. Por lo anterior, el cultivo debe mantenerse libre de hierbas durante los 60 días posteriores a la emergencia. Con este propósito se debe efectuar una “escardilla” y uno o dos cultivos de acuerdo a la incidencia de la maleza y a las condiciones de humedad del suelo (Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Chihuahua, 1990).

La formación de malezas se considera generalmente como uno de los factores más esenciales que merman el rendimiento del cultivo de grano de maíz de un 25 a un 50%. Esto se debe a que el maíz crece muy lentamente en la primera etapa de su desarrollo. En la etapa de tres o cuatro hojas se detiene en su crecimiento aéreo para adelantar especialmente el desarrollo de sus raíces. De ahí que en su desarrollo juvenil casi no puede competir con las malezas así que quedaría oprimido por ellas, sino se toman las medidas de cultivo del caso. Pero las malezas, bajo ciertas circunstancias, también pueden tener una influencia positiva, obrando como capa protectora contra la erosión. De ahí que en las regiones expuestas al peligro de la erosión, el combate contra las malezas siempre se realizara en combinación con medidas tendientes a conservar el suelo (Glanze, 1973).

Los estudios demuestran que cuando la maleza alcanza una altura de 15 a 20 cm al inicio del cultivo, hace un daño total, que reduce sustancialmente el crecimiento del maíz (Lesur, 2005).

Se emplean en primer término herbicidas contra malezas de raíces profundas y sustancias de crecimiento. Los herbicidas se pueden aplicar sobre toda la superficie cultivada o solamente sobre las hileras de maíz. En comparación con el combate mecánico contra las malezas, se pueden mencionar las ventajas ya destacadas de los herbicidas. Como ventaja frente al combate químico contra las malezas cabe señalar que en el suelo no se conservan residuos químicos y que el método es más barato. Pero esto último dependerá esencialmente de las relaciones de precios entre los herbicidas y combustibles empleados. La ventaja decisiva podría consistir en que no solo combaten las malezas de follaje, sino también las poáceas (Glanze, 1973).

Para la selección de los herbicidas se toma en cuenta las características de las malas hierbas, el clima, el suelo y el método de aplicación. Cuando la temporada siguiente va a sembrar un cultivo sensible, utilice un herbicida que tenga poco efecto residual (Lesur, 2005).

Plagas

Al maíz lo atacan más de 36 especies de insectos algunos son de suma importancia, por la frecuencia con que inciden y por la gravedad de sus daños, siendo mayores las poblaciones en el período de las lluvias (Rabí, 2001).

Las principales plagas son: Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), Gusano elotero (*Helicoverpa zea*), Barrenador del tallo (*Diatraea lineolata* y *Diatraea saccharalis*), Pulgón del maíz (*Aphis maidis*, Fitch).

Enfermedades

Carbón del maíz (*Ustilago maydis*)

La enfermedad se propaga principalmente cuando el maíz se desarrolla en clima húmedo y nuboso, o también en sitios secos cuando las primaveras son lluviosas.

Mancha púrpura (*Helminthosporium*, spp)

Entre las enfermedades que atacan al maíz, después del carbón, la más importante es la debida a varias especies de *Helminthosporium*, que producen unas manchas en las hojas, alargadas, blanquecinas o marrones. Si la desinfección de semillas es la adecuada (Maneb, Mancoceb) y se han destruido los restos de cosecha anteriores, los problemas no suelen ser graves (infoagro.com, 2002).

USO DEL GLIFOSATO

Historia

Fue introducido en 1971, controla la mayoría de especies monocotiledóneas y dicotiledóneas consideradas como malas hierbas y es particularmente activo sobre especies perennes. De ahí que se pueda considerar como un herbicida total (García y Quintanilla, 1989).

El Glifosato se aplica como herbicida foliar, con él se controlan eficazmente malezas de hoja ancha, perennes y anuales. No es selectivo y por lo tanto no se usa en sembradíos excepto en sitios donde pueda mantenerse retirado de las plantas de sembradío (Klingman y Ashton, 1980).

Este herbicida no presenta efecto a través del área radical de las malezas, por lo tanto, las aplicaciones realizadas antes de la brotación de los cultivos, no tienen efecto sobre las plantas, no hay efecto residual en el suelo ya que es rápidamente degradado, pero en las plantas superiores parece ser más resistente a la descomposición (Klingman y Ashton, 1980)

Gómez (1993) citó que se inactiva al contacto con el suelo, agua o materia orgánica en suspensión, por lo que en aplicaciones pre-emergente (pre-siembra) se puede sembrar luego de los 10 a los 15 días posteriores a la aplicación.

Este herbicida es uno de los más ampliamente usados en la actualidad y que además está considerado como relativamente "sano" debido a su rápida inactivación en el suelo (Quinn, 1988). Sin embargo, el comportamiento de Glifosato en suelo puede variar en función de las características del suelo sobre el que se aplique. En lo que muchos autores parecen estar de acuerdo es en el importante papel que ejercen los óxidos de hierro y aluminio, así como el pH del suelo en los procesos de adsorción de Glifosato en suelo (de Jonge y de Jonge, 1999; de Jonge *et al.*, 2001; Gimsing *et al.*, 2004, Calderón *et al.*, 2005).

Según la Resolución 350/99 del SENASA 2004, el principio activo Glifosato está dentro del grupo de activos de improbable riesgo agudo, en su uso normal. Tanto el Glifosato como los herbicidas formulados a partir de ese principio activo están clasificados en la Categoría de Menor Riesgo Toxicológico (Clase IV), es decir, productos que normalmente no ofrecen peligro, adoptado por este organismo, en consonancia con organismos internacionales que lo han evaluado.

Modo de Acción

El Glifosato funciona interfiriendo en el metabolismo de la planta; pocos días después de la aspersión, las plantas se marchitan, se ponen amarillas y se mueren. Los herbicidas a base de Glifosato contienen también productos químicos que hacen que el herbicida se adhiera a las hojas, de modo que el Glifosato pueda pasar de la superficie a las células de la planta (Lang, 2005).

El Glifosato es absorbido por el follaje y se mueve dentro de la maleza hasta el interior de las raíces, donde afecta el crecimiento y provoca la muerte de los tejidos. Actúa en el nivel de varios sistemas enzimáticos e interfiere en la formación de aminoácidos y otras sustancias importantes. Provoca el desecamiento de órganos aéreos (hojas y tallo) y subterráneos (Gómez, 1993).

El Glifosato se absorbe rápidamente por las hojas. La lluvia disminuye su absorción si tiene lugar cuatro o seis horas después de aplicarse el herbicida. Se mueve rápidamente a través del floema, y también en muchas especies en el xilema. Luego se suele redistribuir, siguiendo el flujo de sustancias fotosintetizadas, depositándose en aquellas partes donde hay mayor demanda de éstas, como son los frutos, órganos de reserva o zonas apicales meristemáticas. A mayor intensidad luminosa el movimiento del Glifosato aumenta. Los síntomas típicos producidos por el Glifosato son detención del crecimiento y clorosis en las hojas, seguida luego de necrosis. Dichos síntomas son más acentuados y ocurren primero en el ápice y zonas meristemáticas. Luego se extienden a la parte más vieja de la planta. Con frecuencia los rebrotes en especies perennes muestran hojas malformadas o estriadas (García y Fernández, 1989).

La acción herbicida se inicia a los 3 días en las plantas anuales y a los 8 días en las perennes. La acción básica es la inhibición de aminoácidos aromáticos (Rojas y Vázquez, 1995).

Sitio de Acción

La penetración de los herbicidas en general es a través de la cutícula puede ocurrir de una o más de las tres formas siguientes:

Siendo parcialmente adsorbida en la zona cerosa o lipófila de esta. Atravesando totalmente la cutícula y alcanzando las paredes celulares del protoplasma pero sin llegar a penetrar en este (vía simplástica). Y también a través de la cutícula, alcanzando las paredes celulares y alcanzando el interior de las células protoplasmáticas (vía simplástica) (García y Quintanilla, 1989).

Los estomas de las hojas es otra vía de entrada de los herbicidas. A su través pueden penetrar en particular en los herbicidas volátiles y algunas soluciones acuosas. Estas penetraran con mayor facilidad si su tensión superficial ha disminuido suficientemente por la acción del surfactante. No obstante lo anterior debe señalarse que la densidad de estomas suele ser muy baja en el haz o cara superior de las hojas de la mayoría de las especies dicotiledóneas, sobre las cuales se depositan la mayoría de las gotitas pulverizadas (García y Quintanilla, 1989).

El principal mecanismo de acción del Glifosato, materia activa del herbicida, es la inhibición competitiva de la enzima 5-enolpiruvil-shikimato-3-fosfato sintasa (EPSPS). Esta enzima forma parte de la ruta del ácido shikímico implicado en la producción de aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina y triptófano) y otros componentes aromáticos en plantas, esenciales para la síntesis proteica. Al ser las

proteínas necesarias para el crecimiento y las funciones vitales, la aplicación del Glifosato lleva a la muerte de la planta (Cámara Uruguaya de Semillas, 2009).

La función de la EPSP es unir el ácido shikímico con ácido fosfoenolpirúvico para formar la EPSPS. Como la estructura de PEP y del Glifosato son muy similares, el Glifosato actúa como inhibidor competitivo y se une fuertemente al complejo formado por el shikimato y la EPSPS, resultando una acumulación de shikimato en concentraciones tóxicas. El Glifosato se transporta simplásticamente hacia los meristemas de la planta en crecimiento y al actuar como inhibidor competitivo de la EPSPS, resulta en la acumulación de shikimato y el bloqueo de la síntesis de los aminoácidos aromáticos. Ésta es la forma en que comienza a actuar el Glifosato. En consecuencia, la presencia de Glifosato determina supresión de crecimiento y muerte. (Villalba, 2009).

Molécula

El Glifosato (N-fosfonometilglicina, $C_3H_8NO_5P$), al ser de amplio espectro (no selectivo) puede causar daño a los cultivos si no se tiene cuidado al aplicarlo (Gómez, 1993).

El Glifosato es un aminofosfonato y un análogo del aminoácido natural glicina. El nombre es la contracción de glicina, fosfo- y -ato, partícula que designa a la base conjugada de un ácido. El Glifosato es una solución líquida, clara, viscosa y de color ambarino; normalmente tiene una concentración de iones H de 4.4 a 4.9 y una gravedad específica de 1.17. Prácticamente inoloro o con un ligero olor a amina; tiene un peso molecular de 169.08 y un punto de fusión de 200°C. La casi totalidad de las formulaciones comerciales del Glifosato son fáciles de manejar, muy solubles en agua y químicamente muy estables en cualquier proporción. A lo anterior se adiciona la baja tensión de vapor, lo cual significa que las formulaciones de uso en el campo no sean volátiles. El Glifosato se comercializa en la forma de concentrados

solubles de la sal isopropanolamina del N- (Fosfometil) glicine, en los cuales se integran el Glifosato y los ingrediente inertes requeridos para cada tipo de formulación comercial. Aunque la forma de comercialización más común son los concentrados solubles en agua (Slyfe, 1992.).

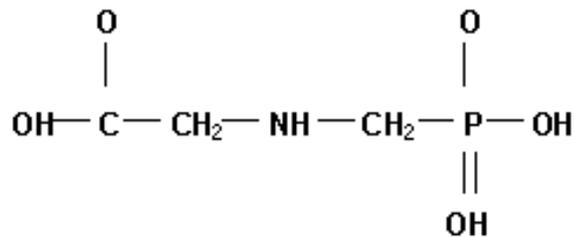


Figura 1. Estructura molecular del Glifosato

Efectos Fisiológicos

Es un herbicida inhibidor de la síntesis de aminoácidos en plantas, bacterias, algas, hongos y parásitos apicomplejos, a través de la inhibición de la enzima EPSPS (5-enolpiruvil shikimato 3- fosfato sintasa). La EPSPS es codificada por el núcleo celular y transportada al cloroplasto a través de un péptido de transporte, y es en el cloroplasto donde participa de la ruta metabólica del ácido shikímico. En esta vía se emplea un 20 por ciento del carbono fijado durante la fotosíntesis. Esta enzima está asociada a la síntesis de tres aminoácidos esenciales aromáticos: fenilalanina, tirosina y triptófano. Además, este trayecto está relacionado a la síntesis de compuestos aromáticos como ligninas, alcaloides, flavonoides, ácidos benzoicos y hormonas vegetales, puesto que los aminoácidos sintetizados son precursores de estos compuestos secundarios. Ya en el cloroplasto, la EPSPS enlaza primero una molécula de shikimato-3-fosfato (S3P), inmediatamente después una molécula de PEP se enlaza al sitio activo de la enzima. La EPSPS cataliza entonces una reacción de condensación para producir 5-enolpiruvilshikimato-3- fosfato. Queda claro que PEP no presenta afinidad por EPSPS a menos que una molécula de S3P se enlace primero (Villalba, 2009).

ESTRÉS VEGETAL

Estrés Fisiológico en Vegetales

El estrés es el efecto producido por un factor ambiental externo que dista del óptimo y actúa sobre la planta es decir genera respuesta. Se estima que únicamente un 10% de la superficie de la tierra arable se encuentra libre de algún tipo de estrés (Benavides, 2002).

En la mayoría de los casos el estrés se prueba con relación al crecimiento (acumulación y pérdida de biomasa) o con procesos primarios de asimilación como la toma de nutrientes, los cuales están relacionados con el crecimiento en general (Taiz y Zeiger, 1991).

Levitt (1980) definió estrés como cualquier factor ambiental potencialmente desfavorable para los organismos vivos. El estrés es un concepto que proviene de la física, es la fuerza que actúa sobre un cuerpo. El cuerpo responde con una reacción proporcional a la fuerza con la que se ha actuado sobre él. La reacción de respuesta es una tensión. El estrés se identifica como una desviación significativa de las condiciones óptimas para la vida. Dichas condiciones ocasionan cambios en todo los niveles funcionales de los organismos. Desde un punto de vista biológico, el estrés tiene una connotación más amplia, refiriéndose a los cambios ambientales que alteran al estado fisiológico de las plantas (Larcher, 1995).

Se define la resistencia al estrés como la capacidad de un organismo para resistir, evitar y escapar a los estímulos ambientales negativos o poder permanecer bajo un estado particular de estrés sin que su fenotipo se vea modificado de manera

significativa; su estado “ideal” se identifica al ser observado bajo condiciones óptimas y se denomina “norma” (Benavides, 2002).

Cerca del 20% de la tierra presenta algún tipo de deficiencia o toxicidad mineral. El 26% es afectada por estrés de sequía y 15% por temperatura (Blum, 1988).

Es probable que el estrés esté asociado con un déficit hídrico y sea este uno de los problemas más comunes entre las plantas cultivadas y las comunidades naturales (Benavides, 2002).

Bajo la exposición al estrés, las plantas muestran un amplio rango de respuesta a varios niveles molecular, celular y de órgano o planta completa (Bohnert y Sheveleva, 1998; Xiong y Zhu, 2002).

Esto incluye cambios que van de la morfología al metabolismo y al desarrollo, que son desencadenados directamente por los estímulos del estrés primario, pero también por señales secundarias, tales como las fitohormonas, las especies reactivas de oxígeno o por mensajeros secundarios intracelulares (como por ejemplo azúcares, fosfolípidos). Algunas de estas señales secundarias se mueven desde el lugar primario donde fueron producidas hacia otros órganos de la planta, contribuyendo a la coordinación de la planta completa en su respuesta al estrés. Un ejemplo es el Ácido Abscísico (ABA) sintetizado en las raíces en respuesta a la deshidratación, que se mueve hasta las hojas a través del xilema conduciendo a la inhibición del crecimiento foliar y al cierre estomático (Davies y Zhang, 1991).

Estrés Biótico

Cuando una planta se ve afectada por el ataque de un insecto fitófago, activa mecanismos de defensa que son fundamentalmente de dos tipos: defensas directas encaminadas a hacerse más resistentes frente a siguientes embates, y defensas indirectas, dirigidas a frenar la proliferación del insecto fitófago mediante la atracción de sus parásitos o depredadores naturales. Entre las primeras, se podrían incluir tres grandes grupos de respuesta: (1) la activación de procesos celulares de la planta encaminados a limitar la propagación del insecto en la planta, como la muerte celular típica de respuestas de hipersensibilidad (Fernandes, 1998) o la senescencia acelerada del órgano afectado (Kahn y Cornell, 1983); (2) la producción de metabolitos tóxicos como nicotina (Baldwin *et al.*, 1998) o furanocumarinas (Zangerl *et al.*, 1997); y (3) la activación de la expresión de genes que codifican proteínas de defensa como los inhibidores de proteasa (Koiwa *et al.*, 1997) o las polifenoloxidasas (Constabel *et al.*, 1996), que deterioran la calidad nutricional del material vegetal y conducen a un crecimiento limitado del insecto fitófago.

Sin embargo, cuando se comparan los perfiles de expresión de genes en plantas dañadas mecánicamente con aquellas heridas por la mordedura de insectos se ha comprobado que son muy distintos, y que la componente de activación, debida a la pérdida de agua, es mucho menos importante en el caso de daño inducido por insectos (Reymond *et al.*, 2000).

De hecho, es esperable que en condiciones en que se activan mecanismos de defensa se produzcan alteraciones coordinadas del metabolismo primario de la planta que le confiera cierta tolerancia. Se ha propuesto que en respuesta de la planta frente a la herida producida por insectos fitófagos, los jasmonatos cumplen un importante proceso regulador no solo en la activación de la transcripción de genes de defensa (Wasternack y Parthier, 1997), sino también en la represión de la expresión de genes implicados en el metabolismo primario (Görschen *et al.*, 1997).

Estrés Abiótico

Entre los abióticos, que son los más frecuentes, incluyen las variaciones en las condiciones ambientales (temperaturas altas o bajas, intoxicación por agroquímicos mal manejados, salinidad excesiva, escasez de agua, cambios en la intensidad de la luz, carencia de nutrientes, etc.). (Innovak News, 2009).

Estrés por Contaminantes

El primer punto de contacto de una planta con la atmosfera exterior es la cutícula que consiste principalmente en ceras solubles y el poliéster insoluble cutina. La cutícula se deposita principalmente en la pared celular primaria de la capa de células epidérmicas; de este modo los polisacáridos y los compuestos fenológicos de la pared celular primaria también se integran en la cutícula (Holloway, 1994). La cutícula es una estructura heterogénea, a la vez específica de cada especie y regulada ambientalmente. El papel de la cutícula es el de ser una barrera ante el ambiente externo, protegiendo a la planta de la pérdida de agua, radiación solar intensa y agentes estresantes tanto bióticos como abióticos (Holloway, 1994).

El modo primario de entrada de los agentes contaminantes en el follaje es a través de los estomas abiertos. Se ha demostrado que el ozono induce cierre estomático en muchas plantas diferentes a distintas concentraciones (Winner *et al.*, 1988). Durante muchos años, se creyó que este era un efecto indirecto (Matyssek *et al.*, 1992). Torsethaugen *et al.*, (1999) mostraron que los canales de entrada del potasio (K^+) en las células oclusivas, que producen la apertura estomática se ven directamente afectados por la exposición a ozono (O_3), reduciendo la capacidad del estoma para abrirse. Estos resultados proveen evidencia de un efecto directo el O_3 sobre las células de guarda; la idea reinante en la discusión actual es que la planta no se verá afectada adversamente por el O_3 si los estomas están cerrados durante el

tiempo de exposición (Torsethaugen *et al.*, 1999). Esto resulta especialmente relevante durante la sequía, cuando la exposición al O₃ puede impedir la reapertura de los estomas y afectar negativamente la capacidad fotosintética (Torsethaugen *et al.*, 1999).

En presencia de H₂O, el O₃ reacciona formando radicales hidroxilo (OH), aniones superóxido (O₂⁻) y peróxido de hidrógeno (H₂O₂) (Heath, 1980). Se sabe que estos productos reaccionan con los ácidos aromáticos, los grupos sulfidrilos y los lípidos insaturados (Dominy y Heath, 1985).

La exposición a agentes contaminantes puede tener muchos efectos diferentes sobre las interacciones planta-patógeno. Los agentes contaminantes entran en contacto con los patógenos que habitan la superficie de las plantas y potencialmente son capaces de inhibir el crecimiento y/o la capacidad reproductiva de dichos patógenos. Sin embargo, es más habitual que los agentes contaminantes debiliten a la planta hospedera, haciéndola por tanto más susceptible a la infección por patógenos (Dowding, 1988).

La base para la tolerancia de la planta a los agentes contaminantes atmosféricos viene por factores internos o genéticos, siendo los mecanismos de detoxificación una línea común de defensa. Otros factores biológicos que determinan la sensibilidad de la planta a los agentes estresantes incluyen la edad de la planta o de los órganos, el estado nutricional y la salud y vigor general de la planta (Treshow y Anderson, 1989). Los mecanismos de detoxificación pueden incluir el secuestro, la eliminación y la descomposición enzimática de los compuestos tóxicos.

La detoxificación a través de descomposición enzimática se asocia más comúnmente con el conjunto de enzimas antioxidantes, incluyendo la ascorbato peroxidasa (APX), glutatión reductasa (GR) y superóxido dismutasa (SOD). Estas y otras enzimas antioxidantes tienen típicamente varias isoformas y varias localizaciones celulares. Por ejemplo, las SOD se encuentran en el citosol, los cloroplastos y las mitocondrias, y cada una de dichas localizaciones posee una diferente isoforma de SOD que requiere un diferente cofactor metálico (Buchaman *et al.*, 2000).

Estrés por Causas Climáticas

Dentro de los procesos biofísicos más afectados por la carencia de agua, se encuentra la expansión celular y el crecimiento; desórdenes que afectan a otros procesos biofísicos (Pugnaire *et al.*, 1994).

Las respuestas de las plantas al estrés dependen en gran medida de si la perturbación es continua o periódica y en este último caso, el momento en el que ocurre, la intensidad y la duración de los episodios de estrés son capitales para determinar los efectos producidos. En climas con marcada estacionalidad, muchas plantas se aclimatan a las condiciones ambientales propias de cada estación, lo que mejora su eficiencia supervivencia bajo esas condiciones (Pereira y Chaves, 1993; 1995).

Cuando las condiciones ambientales o los recursos son limitantes no solo se reduce el crecimiento sino también existen cambios en la distribución de biomasa para minimizar la limitación del crecimiento por un factor único. En un análisis cuantitativo reciente de la distribución de biomasa (Poorter y Nagel, 2000), concluyeron que la respuesta de las plantas a las variables ambientales sigue el llamado modelo de “equilibrio funcional”, en el que las plantas responden a una

carencia de recursos por encima del suelo con mayor distribución a partes aéreas (mayor área foliar), y a una disminución en recursos en el suelo (agua, nutrientes) con incremento de la distribución a raíces.

Al igual que lo mencionado para el estrés hídrico, los efectos de las bajas temperaturas en las plantas incluyen cambios en la bioquímica y biofísica de las membranas, en la síntesis proteica, modificaciones conformacionales en enzimas, en la ultra estructura de mitocondrias y cloroplastos (Kratsch y Wise, 2000) y en los metabolismos fotosintético y respiratorio (Nilsen y Orcutt, 1996) además de disminución del crecimiento y alteraciones en el desarrollo (Allen y Ort, 2001).

El frío produce la llamada 'separación de fases', que si se prolonga en el tiempo, impide a la biomembrana mantener los gradientes iónicos y el metabolismo comienza a sufrir alteraciones. Finalmente, la muerte de la célula puede sobrevenir si el daño se acentúa. En este sentido, ha recibido considerable atención el papel de la insaturación de lípidos de membrana en la tolerancia a bajas temperaturas y de hecho éste ha sido considerado como uno de los factores críticos entre los mecanismos de tolerancia por frío (Nishida y Murata, 1996).

Este fenómeno puede tener diversas causas, entre otras, la disminución de la conductividad hidráulica de las raíces y alteraciones en el grado de control estomático (Allen y Ort, 2001) conduciendo a un desbalance entre captación de agua y transpiración.

El daño inducido por bajas temperaturas varía ampliamente según las especies, tanto en magnitud como en la escala temporal en la que los primeros síntomas aparecen. En algunas especies estos daños pueden aparecer durante el

episodio de estrés, en otras, en cambio, en el período posterior de recuperación, en que las plantas son sometidas a temperaturas 'normales' para la especie (Nilsen y Orcutt, 1996).

La variabilidad en el grado de daño también puede observarse a nivel celular, donde unos componentes son más dañados que otros. Se ha señalado que los cloroplastos parecen ser los organelos más sensibles a las bajas temperaturas (Nilsen y Orcutt, 1996).

Las plantas cultivadas se ven sometidas a diferentes grados de estrés en alguna etapa de su crecimiento, los cambios generados son una respuesta a la sobrevivencia de la planta misma; el efecto del estrés por sequía generalmente es reflejado en una disminución de la producción y del crecimiento total; esto con respecto al grado de reducción de factores, como la etapa de crecimiento y el agotamiento de agua, así como el tiempo de duración de las condiciones de sequía (Kramer, 1983).

En un marco fisiológico, a menudo la tolerancia a estreses abióticos como la sequía está asociada a la supervivencia de la planta. Sin embargo, desde un punto de vista agronómico, la tolerancia se entiende más bien en términos del rendimiento (magnitud y estabilidad) de un cultivo en condiciones limitantes de disponibilidad hídrica (Passioura, 1996).

Un ejemplo clásico de '*crossover*', que en general se produce a bajos rendimientos promedio, es decir, en condiciones de estrés severo, puede observarse en las variedades enanas de trigo. Estos cultivares, cuyo rendimiento potencial es

alto, poseen un sistema radicular menos desarrollado, lo que les confiere mayor susceptibilidad a condiciones de sequía (Ali, *et al.*, 1990).

Estrés Hídrico

El conocido estrés hídrico puede ser tanto por una falta de agua (sequía), como por un exceso de ella (asfixia radicular). Estrategias a largo plazo que incluyen patrones fijos (genéticamente dependientes) de reparto de biomasa (raíz/follaje); modificaciones anatómicas que se heredan entre generaciones, mecanismos fisiológicos complejos como el metabolismo CAM, crecimientos reducidos para optimizar el uso del agua y la captura de energía (Pugnaire, *et al.*, 1994).

Las plantas, a lo largo de su vida, se ven sometidas a un gran número de condiciones ambientales adversas, como el déficit de agua en su entorno; y esto no resulta una limitante para su distribución en las diferentes condiciones climáticas de la superficie terrestre. Esta amplia distribución se da gracias a que las plantas cuentan con mecanismos muy eficientes para hacer frente a los factores ambientales adversos (Pérez y Ochoa, 1990).

Las plantas presentan principalmente dos mecanismos de respuesta frente al déficit hídrico, como la evitación o escape y la tolerancia (Kramer, 1983).

La evitación se entiende como el uso de ciclos de crecimiento muy rápidos o de madurez temprana, permitiendo el aprovechamiento rápido de la disponibilidad de agua y evitando así la pérdida o sequía. Las plantas pueden desarrollar mecanismos, tanto morfológicos como fisiológicos, al ser sometidas a un estrés por sequía (Turner, 1986; Padilla, 1994).

Estrés Asociado al Manejo del Cultivo

Algunas especies de plantas mueren al aplicar un herbicida en tanto que otras lo toleran. Esto se debe a que los herbicidas sistémicos actúan interfiriendo algún proceso vital para la planta, generalmente fotosíntesis y en tanto que algunas especies no pueden defenderse químicamente otras forman (o ya las poseen desde antes) moléculas que inactivan al herbicida. Esta es una característica genética heredable y la aplicación de un producto no puede crearla y menos aún pasarla a los descendientes. En realidad no son los individuos los que se hacen resistentes, sino las poblaciones (Rojas, 1995).

Con respecto a la inducción de resistencia a los herbicidas por aplicación de alguna sustancia se deben distinguir dos conceptos: el de desintoxicante y el de antídoto. Un desintoxicante sería una sustancia que al aplicarse a una planta afectada por un herbicida inactivara de alguna manera las moléculas del producto permitiendo que la planta volviese a la normalidad (Rojas, 1995).

Estrés por Salinidad Excesiva

El estrés salino induce una serie de respuestas morfológicas, fisiológicas y bioquímicas en las plantas. Estas respuestas varían ampliamente dependiendo del genotipo y del estadio de desarrollo de la planta. Mientras algunas especies presentan elevada tolerancia a la salinidad otras son altamente susceptibles. Las plantas tolerantes a elevadas concentraciones se clasifican como halófitas, las cuales presentan, además, la capacidad de acumular una gran cantidad de Na^+ y Cl^- (Ungar, 1991). En general el estrés salino restringe el crecimiento de las plantas. Niveles excesivamente elevados de salinidad causan la necrosis de células del sistema radical y de la parte aérea. Este conjunto de daños permanentes puede producir la muerte de la planta.

Munss (1993) ha propuesto un modelo bifásico de respuesta del crecimiento de las plantas a la salinidad. Según este modelo, el crecimiento es reducido, inicialmente, debido a la disminución del potencial del agua del suelo. En esta fase, el crecimiento se ve afectado por el estrés hídrico y regulado por señales provenientes de la raíz, entre los cuales se destaca el ácido abscísico (ABA). Mientras que en esta primera fase la reducción del crecimiento se refiere a los efectos de las sales que están fuera de la planta, la segunda fase se caracteriza por los efectos de las sales en su interior. Los efectos específicos de los iones se presentan como daños, sobre todo en las hojas, que llevan a la senescencia prematura. Cuando la tasa de muerte de las hojas sobrepasa la tasa de producción de nuevas hojas, ocurre un sustancial descenso en el suministro de fotoasimilados y/o cambios en el suministro de reguladores de crecimiento y, posteriormente, si el estrés se mantiene, la muerte de la planta.

La capacidad de la planta de reducir su potencial hídrico es fundamental para su adaptación a ambientes salinos. La reducción del potencial hídrico, o ajuste osmótico, ocurre tanto en halófitas como en glicófitas. Las halófitas realizan el ajuste osmótico utilizando principalmente las sales absorbidas del medio ambiente, mientras que las glicófitas tienden a sintetizar solutos orgánicos para realizar su osmorregulación (Läuchly y Epstein, 1990).

Los solutos compatibles actúan tanto en el ajuste osmótico como en la osmoprotección. En el ajuste funcionan como osmolitos, facilitando la retención de agua en el citoplasma y posibilitando el secuestro del Na^+ en la vacuola o en el apoplasto. Alternativamente, actúan en la protección de estructuras celulares a través de interacciones con membranas, enzimas o complejos proteicos (Bohnert *et al.*, 1995). Los solutos compatibles también representan una reserva de carbono para las plantas bajo condiciones de estrés. El acúmulo de solutos compatibles está, de

manera general, correlacionado con una mayor tolerancia al estrés salino así como hídrico. Por otro lado, hay evidencias de que el cúmulo de estos solutos, como la prolina por ejemplo, podría ser un síntoma de desequilibrio metabólico provocado por el estrés (Hanson *et al.*, 1979).

Estrés por Daño Mecánico

La acumulación de altos niveles de ácido jasmónico en plantas heridas requiere de la activación de la maquinaria responsable de su síntesis. La síntesis de jasmonatos se produce en plantas a partir de ácido linolénico a través de la denominada ruta de los octadecanoides. Esta ruta guarda un elevado paralelismo con la síntesis de prostanooides en animales en la que el punto de partida es el ácido araquidónico. Se han identificado y caracterizado las actividades y las enzimas implicadas en los distintos pasos se han clonado muchos genes que las codifican (Creelman y Mullet, 1997; León, *et al.*, 1999).

Las heridas son un estrés ambiental que las plantas padecen como resultado de daño mecánico o de ataque por plagas. Estudios recientes indican que las heridas de las hojas producen una regulación coordinada de las relaciones de defensa (Roitsch, 1999). Las respuestas de las plantas al ataque de patógenos y a sus metabolitos, incluyen una panoplia de compuestos químicos que van desde compuestos tóxicos de bajo peso molecular (fitoalexinas) hasta barreras estructurales (lignina, callosa, hidroxiprolina y proteínas estructurales ricas en prolina además de ligadas a polímeros fenólicos de pared), o proteínas específicas relacionadas con la patogénesis (PR) (Lusso y Kuc, 1999).

Solución al Estrés

Las respuestas de las plantas al estrés no solo son debidas a los efectos directos de la pobreza de recursos o a las condiciones hostiles sino también a ajustes fisiológicos que minimizan las perturbaciones en el metabolismo vegetal. A través de las respuestas de retroalimentación las plantas procesan esta información y responden continuamente a los cambios en el ambiente, evitando cualquier alteración importante debida al estrés (Lambers *et al.*, 1998).

Entre las plantas tolerantes se encuentran aquellas que evitan la deshidratación utilizando mecanismos morfofisiológicos complejos como hojas pequeñas y cerosas; estructuras que facilitan la captación del rocío o bien, raíces muy profundas (plantas freatófilas), reducción del número y tamaño de los estomas, modificación de la estructura del dosel, cambios anatómicos en la epidermis, ubicación de los estomas en cavidades, cutículas gruesas y cerosas en combinación con tejidos suculentos, metabolismos CAM (Frensch, 1997).

Larcher (1995) definió la resistencia a la sequía como la capacidad de una planta para soportar periodos de déficit hídrico. Esta capacidad es una característica compleja. Las perspectivas de una planta bajo estrés severo debido a sequía son mejores cuanto más tiempo pueda ser retrasada una disminución peligrosa del contenido relativo de agua del protoplasma (evitación de la desecación) y cuanto más sea posible desecar este protoplasma sin resultar dañado (tolerancia a la sequía).

La aparición de una sequía corta o prolongada durante el ciclo de vida en un cultivar agrícola cualquiera origina casi en forma inmediata un cierre de los estomas, como un mecanismo de protección y/o resistencia de esa adversidad. Este fenómeno

ha sido ligado a incrementos en los niveles endógenos de ácido abscísico (ABA), en la gran mayoría de especies investigadas (Rojas y Ramírez, 1996).

Las plantas, como todos los organismos, son capaces de responder y adaptarse a cambios ambientales por medio de la síntesis de proteínas específicas, las cuales modifican su metabolismo celular (Przymusinski, *et al.*, 1995).

En la terminología de Levitt (1958) la resistencia a la sequía es el resultado de la evitación y la tolerancia a la desecación. Además de la evitación y la tolerancia, existe otro mecanismo consistente en no enfrentarse a la sequía, el escape (Levitt, 1980; Bradford y Hsiao, 1982).

Diversas respuestas de las plantas han sido vinculadas a una mejor tolerancia al frío. Quizás el rasgo mejor caracterizado es el nivel de insaturación de los lípidos de membrana, ya mencionado anteriormente. La insaturación, entre otras cosas, protege al *PSII* de la foto inhibición, acelerando el proceso de reemplazo del péptido *D1* a nivel del centro de reacción (Nishida y Murata, 1996).

Entre otros, ha sido propuesto el *ABA* como un regulador que incrementaría la tolerancia al frío (Xin y Li, 1992). Presumiblemente, el *ABA* podría actuar en forma indirecta a través de la mejora del estatus hídrico (Pérez de Juan, *et al.*, 1997) o bien mediando otro tipo de respuestas tal como cambios a nivel de las membranas (Janowiak y Dörffling, 1996).

Nutrición Foliar

La fertilización foliar ha despertado un creciente interés en productores y asesores, debido a la aparición de casos en los que ha permitido corregir deficiencias nutrimentales de las plantas, promover un buen desarrollo de los cultivos, y mejorar el rendimiento y la calidad del producto cosechado (Trinidad y Aguilar, 1999). Su principal utilidad consiste en complementar los requerimientos de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización clásica, ya se trate de elementos de baja absorción desde el suelo (Malavolta, 1986).

Aminoácidos

Un elevado contenido en aminoácidos libres, promueve la activación del desarrollo vegetativo, mejorando el calibre y coloración de los frutos, etc.

Los aminoácidos son rápidamente utilizados por las plantas, sobre todo en los órganos en crecimiento. Los aminoácidos, además de una función nutricional, pueden actuar como reguladores del transporte de microelementos, ya que pueden formar complejos con metales en forma de quelatos (Michitte, 2009).

Aminoácidos de Aplicación Específica

Prolina. Se han descrito varias funciones para la prolina durante el estrés; puede actuar como mediador del ajuste osmótico, como estabilizador de estructuras subcelulares, como eliminador de radicales libres, como fuente de energía, como detoxificador de metales pesados, como molécula de señalización/regulación, se ha descrito su importancia en la morfogénesis, como principal componente de la pared celular, y además forma parte de las proteínas PRPs y HGRPs, constituyentes principales de la matriz extracelular (Kishor *et al.*, 1995).

Glicina. Contribuye manteniendo un óptimo potencial fotosintético en las hojas, ya que contribuye de forma activa en la formación de los pigmentos clorofílicos encargados de la captación de energía luminosa por la planta.

Arginina y Metionina. Son precursores de poliaminas como la espermidina y la espermina que participan en la regulación de numerosos procesos fisiológicos, gracias a su acción rejuvenecedora y/o retardante de la senescencia de las plantas.

Ácido Glutámico y Ácido Aspártico. Son utilizados por el grano de polen durante su desarrollo, como fuentes nutritivas en la progresiva elongación del tubo polínico y como una fuente exógena de nitrógeno. (Mendoza, *et al.*, 2004).

Quelatos

Son sales peculiares (no se disuelven fácilmente en agua) que en contacto con las raíces o las hojas liberan metales que la planta necesita (hierro, cobre, cobalto, manganeso, zinc, etc.).

Urea foliar

Es un producto preparado en base de nitrógeno orgánico para aplicación foliar que responde de inmediato a la demanda de nitrógeno por las plantas. El nitrógeno sirve para promover el crecimiento de la planta, principalmente se encarga de la formación del follaje. Las deficiencias de nitrógeno se pueden observar en plantas de color verde amarillento.

Azúcar

La sacarosa es la forma básica de la energía en el reino vegetal.

MATERIALES Y METODOS

Localización del Área de Estudio

El experimento se realizó en del Laboratorio de Malezas del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Material Genético Evaluado

El material biológico fue proporcionado por el Instituto Mexicano del Maíz, variedad VAN-210.

Descripción de Agroquímicos Usados

Los insumos utilizados fueron urea foliar sin biuret, quelatos, aminoácidos y como fuente de sacarosa, azúcar morena. El Glifosato se usó como factor estresante.

Establecimiento del Experimento

En 8 charolas negras de plástico de 72 divisiones; se llenaron con sustrato Peat Most, colocando 1 semilla de maíz de la variedad VAN-210 en tresbolillo (10 plantas por charola). La siembra se realizó el 15 de Febrero de 2011, posteriormente se colocaron las charolas en la cámara bioclimática para acelerar su germinación.

La cámara bioclimática se mantuvo en una temperatura constante de 28 ± 4 °C, con un fotoperiodo de 12 horas luz y 12 horas oscuridad y con una intensidad de luz de $800 \mu\text{mol m}^2\text{s}^{-1}$ proporcionada por luz fluorescente.

En Invernadero

El riego se daba según las necesidades de las plántulas, adicionando 100 ml de agua por charola, 1 riego diario durante 20 días.

La aplicación de Glifosato se realizó con una mochila aspersora de mano, a los 23 días después de la siembra, sobre las charolas, teniendo las plántulas 2 ó más hojas verdaderas.

Diseño Experimental

El diseño experimental fue completamente al azar, con 10 repeticiones con la finalidad de mantener la uniformidad de las plantas con 7 tratamientos y un testigo. Las concentraciones de Glifosato por cada litro de agua fueron las siguientes: 5.808 ppm, 2.904 ppm, 1.452 ppm, 0.726 ppm, 0.363 ppm, 0.1815 ppm, 0.0363 ppm y el testigo.

El análisis estadístico se realizó por medio del paquete de diseños experimentales de la Facultad de Agronomía de la UANL (Olivares, 1994), realizando un análisis de varianza y una comparación de medias por Tuckey.

Tabla de Tratamientos

Tratamiento	Dosis en ml	Dosis en ppm
1	16	5.808
2	8	2.904
3	4	1.452
4	2	0.726
5	1	0.363
6	0.5	0.1815
7	0.1	0.0363
8	0	0

Aplicación de Productos

La aplicación de los tratamientos se realizó a los 27 días después la siembra.

Se usaron los siguientes productos comerciales a las dosis correspondientes:

Megafol: 3-3.5 l/Ha

Poliquel: 2-3 l/Ha

Lobi (Urea) Polvo: 1-3 kg/Ha

Sacarosa (Azúcar morena): 1-2 kg/Ha

En 5 lts. de agua se mezclaron los fertilizantes a las siguientes concentraciones:

Megafol: 37.5 ml.

Poliquel: 25 ml.

Lobi (Urea): 12.5 gr.

Sacarosa (azúcar morena): 12.5 gr.

Las plántulas se asperjaron con una bomba de mano, charola por charola. Los días siguientes solo se regó con agua natural, hasta observar los efectos en las hojas de las plántulas.

VARIABLES USADAS PARA LA EVALUACIÓN

Las variables que se registraron fueron peso fresco y longitud de la raíz; peso fresco y longitud del vástago de las plantas, utilizando una balanza analítica y un escalímetro respectivamente para cada variable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La emergencia de la semilla fue al tercer día de la siembra, tuvo las condiciones favorables para su rápida germinación y buen desarrollo de las plántulas. La germinación de la semilla fue del 100%.

Las plántulas alcanzaron el desarrollo de dos hojas verdaderas a los 10 días después de la fecha de siembra, pero se dejaron en el invernadero durante una semana para que obtuvieran más resistencia antes de aplicar el Glifosato.

Los efectos del Glifosato se mostraron a los 4 días después de su aplicación. Los síntomas que presentaron las plántulas fueron: enrollamiento de las hojas, clorosis general y necrosis en el follaje.

El tratamiento para reactivar a la plántula se realizó asperjado al follaje a los 4 días después de la aplicación del Glifosato, se le adicionó una fuente de energía a base de aminoácidos y sacarosa, y pequeñas cantidades de urea y quelatos; 3 días después se estuvo regando con agua natural hasta observar la reacción de las plántulas.

La toma de datos se realizó al 4to. día después de la fertilización. Se consideró el peso fresco y longitud de la raíz y vástago, por medio de una balanza analítica, dentro del Laboratorio de Toxicología del Departamento de Parasitología de la UAAAN, también se apoyó de una escala de daño de la EWRS modificada.

Longitud de Raíz

En lo referente a la variable longitud de raíz el análisis de varianza no tuvo diferencias significativas, lo que quiere decir que las diferentes dosis de Glifosato (5.808 ppm, 2.904 ppm, 1.452 ppm, 0.726 ppm, 0.363 ppm, 0.1815 ppm y 0.0363 ppm) no muestran un efecto directo en esta variable. Debido a que no hubo diferencias significativas, la comparación de medias no se realizó.

Se esperaba que conforme aumentara la dosis del herbicida Glifosato, el daño se hiciera más evidente, mostrando una menor longitud de raíz a mayores dosis del Glifosato. Por lo que podemos decir que la longitud de raíz no es una variable a tomar en cuenta cuando se trata de medir los efectos del Glifosato en la raíz.

Longitud del Vástago

Para la variable longitud del vástago el análisis de varianza mostró que sí hubo diferencias en el análisis de varianza. Las diferentes dosis del herbicida se reflejaron en el crecimiento del vástago.

Aunque se tienen diferencias significativas, la relación entre dosis y longitud del vástago no muestra efecto directo en las medias; por lo que también se dice que esta variable no es adecuada para medir los efectos del Glifosato en maíz. Ver Cuadro 1.

Cuadro 1. Comparación de Medias de la Longitud del Vástago.

RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN DE MEDIAS		
TRATAMIENTO	MEDIA	
7	35.6200	A
3	34.3700	AB
8	33.1900	ABC
5	31.5800	ABC
6	29.8500	BC
4	29.6700	BC
2	29.4300	C
1	29.1000	C
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05		

Peso Fresco de Raíz

En el peso de la raíz sí hubo diferencia significativa. En este análisis se comprueba que si tuvo efecto el herbicida sobre las raíces de las plantas de maíz. Pero las separaciones no muestran una relación directa, ya que hubo 2 medias (A y C). Ver Cuadro 2.

Cuadro 2. Comparación de Medias del Peso Fresco de Raíz.

RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN DE MEDIAS		
TRATAMIENTO	MEDIA	
7	3.3500	A
8	2.9700	AB
3	2.9200	AB
5	2.7500	ABC
6	2.7500	ABC
4	2.7000	ABC
1	2.3800	BC
2	2.0300	C
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05		

Peso Fresco del Vástago

En la variable de peso fresco del vástago sí hubo diferencia significativa. El crecimiento y desarrollo del vástago sí es afectado por el herbicida.

Para la variable peso fresco del vástago muestra una relación directa entre dosis del Glifosato y peso fresco del vástago. La comparación de medias acomodó de mayor a menor los pesos que coincidieron con el aumento de las dosis. Esta variable es la mejor para evaluar la respuesta de las diferentes dosis de Glifosato en la planta de maíz. Ver cuadro 3.

Cuadro 3. Comparación de Medias del Peso Fresco del Vástago.

RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN DE MEDIAS		
TRATAMIENTO	MEDIA	
7	2.9900	A
8	2.8100	A
6	2.2500	B
5	1.8900	BC
4	1.8400	BC
3	1.7000	C
2	1.5500	C
1	0.9000	D
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05		

Escala de Daño

En la variable escala de daño sí hubo diferencia significativa.

Para la variable escala de daño muestra una relación directa entre dosis del Glifosato y el grado de daño en la planta. La comparación de medias acomodó de mayor a menor los pesos que coincidieron con el aumento de las dosis. Esta variable es la mejor para evaluar la respuesta de las diferentes dosis de Glifosato en la planta de maíz. Ver Cuadro 4.

Cuadro 4. Comparación de Medias de la Escala de Daño.

RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN DE MEDIAS		
TRATAMIENTO	MEDIA	
1	8.8000	A
2	7.0000	B
3	6.7000	B
5	6.1000	B
4	4.0000	C
6	3.1000	CD
7	2.6000	D
8	1.3000	E
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05		

CONCLUSIONES

Se recomienda usar el parámetro del peso fresco del vástago para la evaluación del efecto del herbicida "Glifosato" en maíz, ya que muestra diferencias en los tratamientos y la comparación de medias arroja un arreglo de manera descendente.

Con la variable escala de daño se pueden mostrar los rangos de los síntomas de los diferentes tratamientos de Glifosato, los cuales estadísticamente coincidieron con los utilizados como guía.

Se comprobó que en las dosis de 5.808 ppm, 2.904 ppm y 1.452 ppm tuvieron la mayor cantidad de plantas muertas, mientras que en las dosis de 0.726 ppm, 0.363 ppm, 0.1815 ppm, 0.0363 ppm y testigo la mayoría de las plantas sobrevivieron, respondiendo favorablemente al efecto de la fertilización foliar.

La recuperación de las plantas tratadas con Glifosato ocurrió a los 4 días después de haber realizado una fertilización foliar, se comprobó que las dosis mayores de 0.726 ppm de Glifosato provocan un daño irreversible en las plantas; mientras que con las dosis menores sí se logran inhibir los efectos, recuperándose la planta en 4 ó 5 días después de la fertilización foliar.

LITERATURA CITADA

- Cronquist, Arthur. Introducción a la Botánica. Ejemplar 17. Año 2000.
- Cronquist, Arthur. Botánica Básica. Año 1982.
- Lesur, Luis. Manual del cultivo del maíz: una guía paso a paso. –México: Trillas, 2005. 80 p.)
- Aldrich, SR; Leng ER. 1974. Producción moderna del Maíz. 1ra ed. Buenos Aires, Argentina. Editorial Hemisferio Sur. 300p.
- Ali Dib, T; Monneveux, P; Araus JL. .1990. Breeding durum wheat for drought tolerance. Analytical, synthetical approaches, and their connections. In 'Symposium on Wheat breeding. Prospects and future approaches' Varna, Bulgaria. 1-33 p.
- Allen, DJ; Ort, DR. 2001. Impacts of chilling temperatures on photosynthesis in warm-climate plants. Trends in Plant Science (6): 36-42 p.
- Bartels D; Nelson D.1994. Approaches to improve stress tolerance using molecular genetics. Plant. Cell Envir.17:359-667 p.
- Beadle, GW. 1939. Teocintle and the origin of maize. *J. Hered.*, 30: 245-247.
- Beadle, GW. 1978. Teocintle and the origin of maize. In D.B. Walden, ed. *Maize breeding and genetics*, New York, NY, USA, J. Wiley & Sons. p. 113-128.
- Beadle, GW. 1980. The ancestry of corn. *Sci. Am.* (242): 112-119 p.
- Beas, JC. 1982. Como lo usamos. 1ra ed. México, DF. Arbol Editorial. 102 p.
- Benavides, MA. 2002. "Ecofisiología y química del estrés en plantas", Departamento de agricultura/ UAAAN.
- Blum, A. 1988. Plan Breeding for stress Environments, Boca Raton Florida, CRP Pres Inc. 223 p.
- Bohnert, H; Sheveleva E. 1998. Plant stress adaptation: making metabolism move. *Curr. Opin. Plant Biol.* 1:267-274.
- Bohnert, H; Nelson, DE, Jensen, RG. 1995. Adaptation to environmental Stresses. *Plant Cell* (7):1099-1111.
- Bradford, KJ; Hsiao, TC. 1982. Physiological response to moderate water stress. 263-324 pp. En: O.L. Lange, P.S. Nobel, C.B. Osmond y H. Ziegler (eds.). *Physiological Plant Ecology II*. vol. 12B. Springer-Verlag, Berlin.

- Buchanan BB; Gruissem W; Jones RL. 2000. Biochemistry and Molecular Biology of Plants. American Society of Plant Physiologists.
- Calderón, MJ; Celis R; Quintana, MA; Durand, S; Cornejo, J. 2005. Soil components as affecting glyphosate soil retention (unpublished results).
- Centro de Investigaciones Agrarias. 1980. El cultivo de Maíz en México. Edición del 25 Aniversario. México DF. Editorial Mexicana. 148 p.
- CIMMYT. 2001. The AQuality Protein Maize Revolution. Improved Nutrition and Livelihoods for the Poor. Folleto Informativo Programa de Maíz del CIMMYT. México, D.F. 7p.
- CONAZA: Plan de acción para combatir la desertificación en México, Sedesol-FAO, 1a. ed., 1994. 110 p.
- Cornejo, OE. 2002 "Factores ambientales que originan el estrés. Ecofisiología y química del estrés en plantas", Departamento de agricultura/UAAAN.
- Creelman, RA; Mullet, JE. 1997a. Biosynthesis and action of jasmonates in plants. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology (48): 355-381 p.
- Creelman, RA; Mullet, JE. 1997b. Oligosaccharins, brassinolides, and jasmonates: non traditional regulators of plant growth, development, and gene expression. The Plant Cell 9(7): 1211-1223 p.
- Davies WJ; Zhang J. 1991. Roots signal and the regulation of growth and development of plants in drying soil Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 42: 55-76.
- De Jonge, H; de Jonge, LW. 1999. Influence of pH and solution composition on the sorption of glyphosate and prochloraz to a sandy loam soil. Chemosphere, 39, 753-763
- De Jonge, H; de Jonge, LW; Jacobsen, OH; Yamaguchi, T; Moldrup, P. 2001. Glyphosate sorption in soils of different pH and phosphorus content. Soil Science 166, 230-238
- Dominy PJ; Heath LR. 1985. Inhibition of the K⁺-stimulated ATPase of the plasmalemma of pinto bean leaves by ozone. Plant. Physiol. 77:43-45 p.
- Dowding, P. 1988. Air pollutant effects on plant pathogens. En S Schulte-Hostede, NM Darrall, LW Blank, AR Welburn, eds, Air Pollution and Plant Metabolism. Elsevier Applied Science, Londres, 329-355 p.

Dowswell, CD; Paliwal, RL; Cantrell, RP. 1996. Maize in the third world. Boulder, CO, USA, Westview Press.

Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2000 © 1993-1999

Finney JR. 1988. World crop protection prospects: demisting the crystal ball. Brighton Crop Protection Conference - Pests and Diseases 1: 3-14 p.

Frensch, J. 1997. "Primary responses of root and leaf elongation to water deficit in the atmosphere and soil solution", J. Exp. Bot., 48. 985-999 p.

Galinat, WC. 1995. El origen del maíz: el grano de la humanidad - The origin of maize: grain of humanity. Econ. Bot., 49: 3-12 p.

García Torres, L; Fernández-Quintanilla, C. 1989. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Coedición. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 348p.

Gimsing, AL; Borggaard, OK; Jacobsen, OS; Amand, J; Sørensen, J. 2004. Chemical and microbiological soil characteristics controlling glyphosate mineralisation in Danish surface soil. Appl. Soil Ecol. (27) 233-242 p.

Glanze P. 1973. El Maíz de Grano. Producción mecanizada de maíz de grano en las regiones tropicales y subtropicales. Edición Leipzig. D.F., México. Ediciones Euroamericanas Klaus Thiele. 198p.

Gómez Brindis JG. 1993. Control Químico de la Maleza. 1ra ed. México D.F. Editorial Trillas. 246 p.

Greenway H; Munns R. 1980. Mechanism of salt tolerance in nonhalophytes Annu. Rev. Plant. Physiol. 31:149-190.

Hanson, AD; Nelsen, CE; Everson, EH. 1979. Capacity for proline accumulation during water stress in barley and its implications for breeding for drought tolerance. Crop. Sci. (19):489-493.

Heath RL. 1980. Initial events in injury to plants by air pollutants. Annu. Rev. Plant. Physiol. 31:395-431 p.

Hodking, TV.; Ramanatha Rao; Riler K. 1993. Current issues in conserving crop landraces in situ. Paper presented at the on farm conservation workshop, Bogor, 6-8 December.

Holloway, PJ. 1994. Plant cuticles: Physiochemical characteristics and biosynthesis. En KE Percy, JN Cape, R Jagels, CJ Simpson. Eds. Air Pollutants and the Leaf Cuticle. NATO ASI. Series. Springer Verlag, Berlín. 36:1-14 p.

Iltis, HH.; Doebley, J. 1980. Taxonomy of *Zea* (Gramineae). II. Subspecific categories in the *Zea mays* complex and a generic synopsis. *Am. J. Bot.*, 67: 994-1004.

Janowiak, F; Dörffling, K. 1996. Chilling of maize seedlings: changes in water status and abscisic acid content in ten genotypes differing in chilling tolerance. *Journal of Plant Physiology*. (147): 582-588 p.

Jugenheimer, RW. 1981. Maíz, Variedades Mejoradas, Métodos de Cultivo y Producción de Semillas. Limusa. México, D.F.357-442 p.

Klingman, G; Ashton, F. 1980. Estudio de las plantas nocivas. Principios y prácticas, México. Editorial Limusa. 449 p.

Kramer, PJ. 1983. "Drought Tolerance and Water Efficiency", en: *Water Relations of Plants*, Nueva York, Academy Press. 390-415p.

Kratsch, HA; Wise, RR. 2000. The ultrastructure of chilling stress. *Plant Cell and Environment* 23: 337-350.

Lafond, PR. 1998. Manejo y caracterización de los genotipos autóctonos de maíz (*Zea mays* L.) de la comunidad El Tejar, La Jocuma, La Palma, Pinar del Río.

Lambers, H; Chapin, FS; Pons, TL. 1998. *Plant Physiological Ecology* Springer, Nueva York. 540 p.

Larcher, W. 1995. *Physiological Plant Ecology*, Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag. 506 p.

Larcher, W. 1995. *Physiological Plant Ecology*. 3rd ed. Springer-Verlag.

Läuchli, A; Epstein, E. 1990. Plant responses to saline and sodic conditions. En KK Tanji, ed. *Agricultural Salinity Assesment and Management*. American Society of Civil Engineer, New York. 113-137 p.

Le Rudulier D; Strom AR; Dandekar AM; Smith LT; Valentine RC. 1984. Molecular biology of osmoregulation. *Science* 24: 1064- 1068.

León, J; Rojo, E; Titarenko, E; Sánchez-Serrano, JJ. 1998. Jasmonic acid dependent and independent wound signal transduction pathways are differentially regulated by Ca^{2+} /calmodulin in *Arabidopsis thaliana*. *Molecular and General Genetics* 258(4): 412-419 p.

Leonard, D. 2000. Una introducción a los cultivos individuales.

URL:<http://media.payson.tulane.edu:8083/html/spanish/pc/m0035s/m0035s08.htm>.
Fecha de Consulta: 7/4/10.

- Levitt, J. 1958. Frosts, drought and heat resistance. *Protoplasmatologia*, 6, 87 pp.
- Levitt, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Water, radiation, salt and other stresses. Physiological Ecology series. Academic Press. New York.
- Levitt, J. 1980. Response of plants to environmental stresses. Water, Salt and other Stresses. Academic Press, NY. (1):129 - 186.
- Lichtenthaler, HK. 1988. In vivo chlorophyll fluorescence as a tool for stress detection in plants. pp 139-142. In: H.K. Lichtenthaler (ed.). applications of Chlorophyll Fluorescence in Photosynthesis Research, Stress Physiology, Hydrobiology and Remote Sensing. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands. 366 p.
- Longley, AE. 1941. Chromosome morphology in maize and its relatives. *Bot. Rev.*, 7: 263-289.
- Lusso, M; Kuc, J. 1999. Plant Response to pathogens. En HR Lerner, ed. Plant Responses to Environmental Stresses. From Phytohormones to Genome Reorganization. Marcel Dekker, Nueva York. 683-706 p.
- Matyssek, R; Guthardt –Georg, MS; Saurer, M; Keller, T.1992. Seasonal growth: ¹³C in leaves and stem and floem structure of birch (*Betula pendula*) under low ozone concentration. *Trees* 6:69-76.
- Mertz, ET; Bates, LS; Nelson, O.F. 1964. Mutant gene that change protein composition and increase lysine content of maize endosperm. *Science* 145:279-280 p.
- McCue, KF; Hanson AD. 1990. Drought and salt tolerance: towards understanding and application. *Trends Biotechnology*. 8:358-362.
- Monaco, TJ; Bonanno, AR; Baron, JJ; 1986. Herbicide injury: Diagnosis, prevention and remedial action. 399-428 p. in: *Research Methods in Weed Science*, 3rd ed. Southern Weed Science Society, Champaign, IL.
- Munns, R. 1993. Physiological processes limiting plant growth in the saline soils: some dogmas and hypotheses. *Plant Cell Environ.* (17):303-309 p.
- Nilsen, ET; Orcutt; DM. 1996. Physiology of plants under stress. Abiotic factors. John Wiley & Sons, INC. New York.
- Nishida, I; Murata, N. 1996. Chilling sensitivity in plants and cyanobacteria: the crucial contribution of membrane lipids. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* (47): 541-568 p.
- Olivares, SG. 1984. Mejoramiento genético del maíz: cosechas abundantes y más nutritivas, ciencia y desarrollo. (55-58): 84-93 p.

- Padilla-Ramírez, JS. 1994. Osmotic adjustment of Cotton (*G. hirsutum*. L.) in Response to Water Stress, Las Cruces, Nuevo México, Universidad de Las Cruces. p. 110.
- Passioura, JB. 1996. Drought and drought tolerance. *Plant Growth Regulation* (20): 79-83 p.
- Pereira JS; Chaves MM. 1993. Plant water deficit in Mediterranean ecosystems *En* JAC South, H Griffiths, eds *Plant Responses to Water Deficit-from Cell to community*. BIOS Scientific Publ. 237-248 p.
- Pereira JS; Chaves MM. 1995. Plant responsive to drought under climate change in Mediterranean-type ecosystem. *En* JM Moreno, WC Oechel. Eds. *Global Change and Mediterranean-Type Ecosystems*. Springer. Verlag. Berling-Heidelberg-Nueva York. 140- 160 p.
- Pérez de Juan J, Irigoyen JJ, Sánchez-Díaz M. 1997. Chilling of drought-hardened and non-hardened plants of different chilling-sensitive maize lines. Changes in water relations and ABA contents. *Plant Science* 122: 71-79.
- Pérez-Molphe, BE.; Ochoa AN. 1990. "Respuesta de las plantas al déficit hídrico". *Ciencia*. 333-344 p.
- Poorter H; Nagel O. 2000. The rol of biomass allocation in the growth response of plants different levels of light, CO₂ nutrient and water a quantitative review. *Aust. J. Plant Physiol.* 27: 595-607.
- Przymusinski, R; Rucinska, R; Gwózdź E. 1995. The Stress-stimulaated 16kDa plypeptide from Lopin roots has properties of cytosolic Cu: Zn-Superoxide dismutase. *Elservier Science Ltd. Environmental and Experimental Botany*. Vol. 35 No. 4. 485-495 p.
- Pugnaire, F; Endolz LS; Pardos J. 1994. Contrains by water stress on plant growth. *In. Handbook of plant and crop stres*, Nueva York, Basel, Honk Kong, M. Pasarakli, ed., Marcel Dekker, Inc.
- Quinn, JP; Peden, J. MM; Dick, RE. 1988. Glyphosate tolerance and utilization by the microflora of soils treated with the herbicide. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 29,511-516
- Quiroga, M. R. R. 1995. Enfermedades de maíz (*Zea mays* L.) en algunas regiones tropicales de México, con énfasis en el estado de Chiapas: Manual para técnicos, investigadores y estudiantes. Universidad Autónoma de Chiapas. 16p.

- Rabí. 2001. Guía Técnica para la producción del cultivo del Maíz (*Zea mays* L.). Apoyo al programa para el cultivo popular de productos básicos en las provincias orientales del país. 8p.
- Ramella, R. 1948. El Maíz en la Argentina, la planta y su cultivo. Editorial Sudamérica. Buenos Aires Argentina.
- Reymond, P; Weber, H; Damond, M; Farmer, EE. 2000. Differential gene expression in response to mechanical wounding and insect feeding in Arabidopsis. *The Plant Cell* 12(5): 707-719 p.
- Riveiro, S. 2004. El día en que muera el sol: contaminación y resistencia en México. GRAIN
- Roitsch, T. 1999. Source – sink regulation by sugar and stress. *Curr. Opin. Plant Biol.* (2):198-206 p.
- Rojas Garcidueñas, M; Ramírez H. 1996. Control hormonal del desarrollo de las plantas, México, Limusa. 239 p.
- Rojas Garcidueñas, M; Vázquez González, RJ. 1995. Manual de Herbicidas y Fitorreguladores: Aplicación y Uso de Productos Agrícolas. 3ra ed. México, D.F., Editorial Limusa. 157 p.
- SEP. 1988. Manual para Producción agropecuaria de Maíz, Editorial Trillas 7ma reimpresión.
- Schwentenius, R. 2003. ¿El campo no aguanta más? CIESTAAM – UACH y La Jornada.
- Socorro, MA; Martín DS. 1989. Ciudad de la Habana. Editorial Pueblo y Educación. 317p.
- Taba, S; Van Ginkel, M; Hoisington, D; Poland, D. 2004. Wellhausen-Anderson Plant Genetic Resources Center: Operations Manual, 2004. El Batán, México: CIMMYT. 29 p.
- Taiz, L; Zeiger E. 1991. Plant physiology. Benjamin Cumming Pub. Co. Inc. Redwood C.A. 346-347 p.
- Tocagni, H. 1980. El Maíz. 1ra Ed. Buenos Aires, Argentina. Editorial Albatros. 143 p.
- Torsethaugen, G; Pell EJ; Assmann SM. 1999. Ozone inhibits guard cell K⁺ channels implicated in estomatal opening. *P. Natl. Acad. Sci* 96: 13577-13582.

Thorner, DW; Peterson, HB. 1975. Técnica de riego, fertilidad y explotación de los suelos. 6ta reimpresión. Ed. C.E.C.S.A. México. 15-20 p.

Turner, N.C. 1986. "Adaptation to Water Stress Deficit: A Changing Perspective", Aust. J. Plant. Physiol., 13, p. 175-90.

Turner, NC; Jones, MM. 1980. Turgor maintenance by osmotic adjustment: A review and evaluation. En NC Turner, PJ Kramer, eds, Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stress. Wiley, Nueva York. 87-103 p.

Treshow, M; Anderson, FK. 1989. Plant Stress from Air Pollution. John Wiley and Sons, Nueva York..

Unsworth MH, Biscoe PV, Black V (1976) Analysis of gas exchange between plants and polluted atmospheres. En TA Mansfield, ed. Effects of Air Pollutants on Plants. Cambridge University Press, Cambridge, 4-16 p.

van Dobben HF (1996) Decline and recovery of epiphytic lichens in an agricultural area in the Netherlands (1900-1988). Nova Hedwigia 62:477-485.

van Dobben HF, de Backer AJ (1996) Re-mapping epiphytic lichen biodiversity in the Netherlands: effects of decreasing SO₂ and increasing NH₃. Acta Bot. Neerl. 45:55-71 p.

Ungar, IA. 1991. Ecophysiology of vascular halophytes. CRC. Press Boca Raton, Florida, 209 p.

Vasal, SK. 1994. High Quality Protein Corn. In: A.R. Hallauer. Ed. Speciality Corn. CRC press. Boca Raton. Florida USA. 75 p.

Villalba, A. 2009. Efectos de Glifosato y metsulfurón metil en plantas acuáticas y uso posible como bioindicadoras. Revista Ciencia Docencia y Tecnologia. (29): 169-186 p.

Wilkes, HG. 1979. Mexico and Central America as a centre for the origin of agriculture and the evolution of maize. Crop Improv., 6(1): 1-18 p.

Wilkes, HG. 1985. Teosinte: the closest relative of maize revisited. Maydica, XXX: 209-223.

Wilkes, HG.; Goodman, M.M. 1995. Mystery and missing links: the origin of maize. In S. Taba, ed. Maize genetic resources, p. 1-6. Mexico, DF, CIMMYT.

Winner, WE; Gillespie, C; Shen W-S; Mooney, HA. 1988. Stomatal responses to SO₂ and O₃. En S Schulte-Hostede, NM Darral, LW Blank, AR Welburn. Eds. Air Pollution and Plant Metabolism. Elsevier Applied Science, Londres. 255-271 p.

Xin Z, Li PH. 1992. Abscisic acid-induced chilling tolerance in maize suspension-cultured cells. *Plant Physiology* 99: 707-711.

Xion, L; Zhu, JK. 2002. Molecular and genetic aspects of plant responses to osmotic stress. *Plant Cell. Env.* 25:131-139.

Yancey, PH; Clark, ME; Hand, SC; Bowlus, RD; Somero, GN. 1982. Living with water stress: evolution of osmolyte systems. *Science.* 217:1214-1222.

Documento Plan de Manejo Ambiental Erradicación de Cultivos Ilícitos. 2000.

CONSULTAS EN INTERNET

<http://www.abcagro.com/herbaceos/cereales/maiz3.asp>

<http://www.wrm.org.uy/boletin/97/Glifosato.html>

http://www.innovakglobal.com/periodicos/periodico_innovak_enero.pdf

http://www.rap-al.org/articulos_files/Glifosato_Enlace_80.pdf

<http://www2.ine.gob.mx/sistemas/plaguicidas/pdf/glifosato.pdf>

http://www.dne.gov.co/recursos_user/documentos/Doc_tecnicos/glifosato.pdf

<http://www.casafe.org/novedade/acercadelglifosato.pdf>

<http://www.todoagro.com.ar/todoagro2/nota.asp?id=5534>

http://www.rapaluruaguay.org/glifosato/Mucho_peor.html

<http://www.arqhys.com/arquitectura/glifosato.html>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Glifosato>

http://www.dne.gov.co/recursos_user/documentos/Doc_tecnicos/glifosato.pdf

<http://www.fertilizando.com/articulos/Efecto%20Fertilizacion%20Foliar%20Maiz%20Afectado%20Heladas.asp>

http://www.cibernetia.com/tesis_es/CIENCIAS_DE_LA_VIDA/BOTANICA/FISIOLOGIA_VEGETAL/1

<http://www.uvademesa.cl/ARCHIVOS%20PDF/AminoacidosHMDJJASAbril04.pdf>

ANEXOS

CUADROS DE DATOS

Cuadro 1. Datos del tratamiento 1.

DOSIS: 16 ml					
# DE REPETICIONES	LONGITUD (cm)		PESO (gr)		ESCALA DE DAÑO
	RAÍZ	VÁSTAGO	RAÍZ	VÁSTAGO	
1	14.5	27	1.8	0.7	9
2	14.5	35	2.8	0.7	9
3	11.5	24	1.8	0.7	9
4	14.5	27	1.8	0.8	9
5	16	25.5	2.2	0.8	9
6	10.5	23	2.1	0.9	9
7	12.5	39.5	1.6	0.9	9
8	12	31.5	3.8	1.6	8
9	11	25	2.9	1	8
10	12	33.5	3	0.9	9

Cuadro 2. Datos del tratamiento 2.

DOSIS: 8 ml					
# DE REPETICIONES	LONGITUD (cm)		PESO (gr)		ESCALA DE DAÑO
	RAÍZ	VÁSTAGO	RAÍZ	VÁSTAGO	
1	10	28.5	2	1.3	6
2	10	25.7	1.1	1.2	5
3	9.5	36.6	1.2	1.9	5
4	14	27	2	1.2	8
5	10	31.5	2.9	1.4	8
6	12	35	2.7	1.7	8
7	14	24.5	1.6	1.4	7
8	10.5	24.5	2.1	1.5	8
9	10.5	30	2.4	2	7
10	14.5	31	2.3	1.9	8

Cuadro 3. Datos del tratamiento 3.

DOSIS: 4 ml					
# DE REPETICIONES	LONGITUD (cm)		PESO (gr)		ESCALA DE DAÑO
	RAÍZ	VÁSTAGO	RAÍZ	VÁSTAGO	
1	19	41	2.3	0.7	9
2	11	31.7	3	1.1	9
3	13	41	2.8	1.3	9
4	12.5	38	3.4	1.2	8
5	13.7	25	3.2	0.7	9
6	9.5	36.5	5.4	3.4	5
7	14	39	2.1	2.5	4
8	12	24.5	1.6	1.3	4
9	11	39	3.4	3	5
10	8.9	28	2	1.8	5

Cuadro 4. Datos del tratamiento 4.

DOSIS: 2 ml					
# DE REPETICIONES	LONGITUD (cm)		PESO (gr)		ESCALA DE DAÑO
	RAÍZ	VÁSTAGO	RAÍZ	VÁSTAGO	
1	12	30	2.8	2	3
2	14	23.5	3.5	1.3	6
3	12	34	3	2.6	3
4	9.5	25	2.2	1.5	4
5	12	30	1.8	1.8	4
6	10	35	2.9	2.2	4
7	11	23	2.4	0.9	6
8	10	27.7	3.3	2.2	3
9	16.5	33	1.4	1.5	4
10	11.5	35.5	3.7	2.4	3

Cuadro 5. Datos del tratamiento 5.

DOSIS: 1 ml					
# DE REPETICIONES	LONGITUD (cm)		PESO (gr)		ESCALA DE DAÑO
	RAÍZ	VÁSTAGO	RAÍZ	VÁSTAGO	
1	10	33	2.8	2.7	4
2	9.5	25.5	2.3	1.1	9
3	11	34	3.5	1.3	8
4	12	25	2.3	0.9	8
5	16	32	2.2	3.2	5
6	14	31.8	2.7	2	7
7	9	33	3.5	1.1	7
8	9	30	2.6	2	5
9	9	34	3.5	2.8	4
10	13	37.5	2.1	1.8	4

Cuadro 6. Datos del tratamiento 6.

DOSIS: 0.5 ml					
# DE REPETICIONES	LONGITUD (cm)		PESO (gr)		ESCALA DE DAÑO
	RAÍZ	VÁSTAGO	RAÍZ	VÁSTAGO	
1	13	29.5	2	1.6	2
2	10	37	3.8	3.3	4
3	12	35.5	2	2.3	4
4	11	37.5	4	2.1	5
5	11.5	25	2.5	2.1	2
6	15	20	2.4	1.6	5
7	12	18.5	2.3	2.2	3
8	16	33	2.2	2.3	2
9	15.5	31.5	3.3	2.2	2
10	11.5	31	3	2.8	2

Cuadro 7. Datos del tratamiento 7.

DOSIS: 0.1 ml					
# DE REPETICIONES	LONGITUD (cm)		PESO (gr)		ESCALA DE DAÑO
	RAÍZ	VÁSTAGO	RAÍZ	VÁSTAGO	
1	11	41.6	4.2	3.4	3
2	11.5	34.5	1.8	2	3
3	14	28	3.9	2.8	2
4	14.5	41	3.6	3.9	3
5	10.5	26.6	2.3	2.1	3
6	10.5	37.5	3.5	2.9	3
7	8.5	38	5	3.3	2
8	10	36	4	3.3	3
9	10.5	37.5	3	3.2	2
10	9	35.5	2.2	3	2

Cuadro 8. Datos del tratamiento 8.

TESTIGO					
# DE REPETICIONES	LONGITUD (cm)		PESO (gr)		ESCALA DE DAÑO
	RAÍZ	VÁSTAGO	RAÍZ	VÁSTAGO	
1	16	38	2.7	3.1	2
2	15	33.5	1.7	2.6	1
3	11	43.5	2.5	3.3	1
4	10	23.5	1.3	1.8	2
5	11.5	36.5	3.8	3.2	1
6	7.5	31.5	4.4	2.8	1
7	11	31.3	2.5	2.9	1
8	11	37.5	4.6	3.1	2
9	14	27.1	2.9	2.2	1
10	10	29.5	3.3	3.1	1

CUADROS DE RESULTADOS

DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR

Comparación de Medias

Longitud de Raíz

TRATA.						
1	14.5000 12.5000	14.5000 12.0000	11.5000 11.0000	14.5000 12.0000	16.0000	10.5000
2	10.0000 14.0000	10.0000 10.5000	9.5000 10.5000	14.0000 14.5000	10.0000	12.0000
3	19.0000 14.0000	11.0000 12.0000	10.0000 11.0000	12.5000 8.9000	13.7000	9.5000
4	12.0000 11.0000	14.0000 10.0000	12.0000 16.5000	9.5000 11.5000	12.0000	10.0000
5	10.0000 9.0000	9.5000 9.0000	11.0000 9.0000	12.0000 13.0000	16.0000	14.0000
6	13.0000 12.0000	10.0000 16.0000	12.0000 15.5000	11.0000 11.5000	11.5000	15.0000
7	11.0000 8.5000	11.5000 10.0000	14.0000 10.5000	14.5000 9.0000	10.5000	10.5000
8	16.0000 11.0000	15.0000 11.0000	11.0000 14.0000	10.0000 10.0000	11.5000	7.5000

Análisis de varianza de la variable longitud de raíz de maíz aplicado con Glifosato.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	34.657227	4.951032	0.9843	0.550
ERROR	72	362.158203	5.029975		
TOTAL	79	396.815430			
C.V. = 18.81%					

TABLA DE MEDIAS		
TRATA.	REP.	MEDIA
1	10	12.900000
2	10	11.500000
3	10	12.460000
4	10	11.850000
5	10	11.250000
6	10	12.750000
7	10	11.000000
8	10	11.700000

Longitud del Vástago

TRATA.						
1	27.0000	35.0000	24.0000	27.0000	25.5000	23.0000
	39.5000	31.5000	25.0000	33.5000		
2	28.5000	25.7000	36.6000	27.0000	31.5000	35.0000
	24.5000	24.5000	30.0000	31.0000		
3	41.0000	31.7000	41.0000	38.0000	25.0000	36.5000
	39.0000	24.5000	39.0000	28.0000		
4	30.0000	23.5000	34.0000	25.0000	30.0000	35.0000
	23.0000	27.7000	33.0000	35.5000		
5	33.0000	25.5000	34.0000	25.0000	32.0000	31.8000
	33.0000	30.0000	34.0000	37.0000		
6	29.5000	37.0000	35.5000	37.5000	25.0000	20.0000
	18.5000	33.0000	31.5000	31.0000		
7	41.6000	34.5000	28.0000	41.0000	26.6000	37.5000
	38.0000	36.0000	37.5000	35.5000		
8	38.0000	33.5000	43.5000	23.5000	36.5000	31.5000
	31.3000	37.5000	27.1000	29.5000		

Análisis de varianza de la variable longitud del vástago de maíz aplicado con Glifosato.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	441.078125	63.011162	2.1833	0.045
ERROR	72	2077.976563	28.860786		
TOTAL	79	2519.054688			
C.V. = 17.00%					

TABLA DE MEDIAS		
TRATA.	REP.	MEDIA
1	10	29.100000
2	10	29.429998
3	10	34.370003
4	10	29.670002
5	10	31.579998
6	10	29.850000
7	10	35.620003
8	10	33.819999

Resultados de la comparación de medias

Nivel de Significancia = 0.05

RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN DE MEDIAS		
TRATAMIENTO	MEDIA	
7	35.6200	A
3	34.3700	AB
8	33.1900	ABC
5	31.5800	ABC
6	29.8500	BC
4	29.6700	BC
2	29.4300	C
1	29.1000	C
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05		

Nivel de Significancia = 0.01

RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN DE MEDIAS		
TRATAMIENTO	MEDIA	
7	35.6200	A
3	34.3700	AB
8	33.1900	AB
5	31.5800	AB
6	29.8500	AB
4	29.6700	AB
2	29.4300	AB
1	29.1000	B
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01		

Peso Fresco de Raíz

TRATA.						
1	1.8000	2.8000	1.8000	1.8000	2.2000	2.1000
	1.6000	3.8000	2.9000	3.0000		
2	2.0000	1.1000	1.2000	2.0000	2.9000	2.7000
	1.6000	2.1000	2.4000	2.3000		
3	2.3000	3.0000	2.8000	3.4000	3.2000	5.4000
	2.1000	1.6000	3.4000	2.0000		
4	2.8000	3.5000	3.0000	2.2000	1.8000	2.9000
	2.4000	3.3000	1.4000	3.7000		
5	2.8000	2.3000	3.5000	2.3000	2.2000	2.7000
	3.5000	2.6000	3.5000	2.1000		
6	2.0000	3.8000	2.0000	4.0000	2.5000	2.4000
	2.3000	2.2000	3.3000	3.0000		
7	4.2000	1.8000	3.9000	3.6000	2.3000	3.5000
	5.0000	4.0000	3.0000	2.2000		

8	2.7000	1.7000	2.5000	1.3000	3.8000	4.4000
	2.5000	4.6000	2.9000	3.3000		

Análisis de varianza de la variable peso fresco de raíz de maíz aplicado con Glifosato.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	10.922852	1.560407	2.2296	0.041
ERROR	72	50.388977	0.699847		
TOTAL	79	61.311829			
C.V. = 30.63%					

TABLA DE MEDIAS		
TRATA.	REP.	MEDIA
1	10	2.380000
2	10	2.030000
3	10	2.920000
4	10	2.700000
5	10	2.750000
6	10	2.750000
7	10	3.350000
8	10	2.970000

Resultados de la comparación de medias.

Nivel de Significancia = 0.05

RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN DE MEDIAS		
TRATAMIENTO	MEDIA	
7	3.3500	A
8	2.9700	AB
3	2.9200	AB
5	2.7500	ABC
6	2.7500	ABC
4	2.7000	ABC
1	2.3800	BC
2	2.0300	C
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05		

Nivel de Significancia = 0.01

RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN DE MEDIAS		
TRATAMIENTO	MEDIA	
7	3.3500	A
8	2.9700	AB
3	2.9200	AB
5	2.7500	AB
6	2.7500	AB
4	2.7000	AB
1	2.3800	AB
2	2.0300	B
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01		

Peso Fresco del Vástago

TRATA.						
1	0.7000	0.7000	0.7000	0.8000	0.8000	0.8000
	0.9000	1.6000	1.0000	0.9000		
2	1.3000	1.2000	1.9000	1.2000	1.4000	1.7000
	1.4000	1.5000	2.0000	1.9000		
3	0.7000	1.1000	1.3000	1.2000	0.7000	3.4000
	2.5000	1.3000	3.0000	1.8000		
4	2.0000	1.3000	2.6000	1.5000	1.8000	2.2000
	0.9000	2.2000	1.5000	2.4000		
5	2.7000	1.1000	1.3000	0.9000	3.2000	2.0000
	1.1000	2.0000	2.8000	1.8000		
6	1.6000	3.3000	2.3000	2.1000	2.1000	1.6000
	2.2000	3.3000	2.2000	2.8000		
7	3.4000	2.0000	2.8000	3.9000	2.1000	2.9000
	3.3000	3.3000	3.2000	3.0000		
8	3.1000	2.6000	3.3000	1.8000	3.2000	2.8000
	2.9000	3.1000	2.2000	3.1000		

Análisis de varianza de la variable peso fresco del vástago de maíz aplicado con Glifosato.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	32.382721	4.626103	13.0820	0.000
ERROR	72	25.460968	0.353625		
TOTAL	79	57.843689			
C.V. = 29.86%					

TABLA DE MEDIAS		
TRATA.	REP.	MEDIA
1	10	0.890000
2	10	1.550000
3	10	1.700000
4	10	1.840000
5	10	1.890000
6	10	2.250000
7	10	2.990000
8	10	2.810000

Resultados de la comparación de medias.

Nivel de Significancia = 0.05

RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN DE MEDIAS		
TRATAMIENTO	MEDIA	
7	2.9900	A
8	2.8100	A
6	2.2500	B
5	1.8900	BC
4	1.8400	BC
3	1.7000	C
2	1.5500	C
1	0.9000	D
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05		

Nivel de Significancia = 0.01

RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN DE MEDIAS		
TRATAMIENTO	MEDIA	
7	2.9900	A
8	2.8100	AB
6	2.2500	BC
5	1.8900	C
4	1.8400	C
3	1.7000	C
2	1.5500	CD
1	0.9000	D
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01		

Escala de Daño

TRATA.						
1	9.0000	9.0000	9.0000	9.0000	9.0000	9.0000
	9.0000	8.0000	8.0000	9.0000		
2	6.0000	5.0000	5.0000	8.0000	8.0000	8.0000
	7.0000	8.0000	7.0000	8.0000		
3	9.0000	9.0000	9.0000	8.0000	9.0000	5.0000
	4.0000	4.0000	5.0000	5.0000		
4	3.0000	6.0000	3.0000	4.0000	4.0000	4.0000
	6.0000	3.0000	4.0000	3.0000		
5	4.0000	9.0000	8.0000	8.0000	5.0000	7.0000
	7.0000	5.0000	4.0000	4.0000		
6	2.0000	4.0000	4.0000	5.0000	2.0000	5.0000
	3.0000	2.0000	2.0000	2.0000		
7	3.0000	3.0000	2.0000	3.0000	3.0000	3.0000
	2.0000	3.0000	2.0000	2.0000		

8	2.0000	1.0000	1.0000	2.0000	1.0000	1.0000
	1.0000	2.0000	1.0000	1.0000		

Análisis de varianza de la variable escala de daño de maíz aplicado con Glifosato.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	465.800293	66.542900	38.0246	0.000
ERROR	72	125.999756	1.749997		
TOTAL	79	591.800049			
C.V. = 26.72%					

TABLA DE MEDIAS		
TRATA.	REP.	MEDIA
1	10	8.800000
2	10	7.000000
3	10	6.700000
4	10	4.000000
5	10	6.100000
6	10	3.100000
7	10	2.600000
8	10	1.300000

Resultados de la comparación de medias.

Nivel de Significancia = 0.05

RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN DE MEDIAS		
TRATAMIENTO	MEDIA	
1	8.8000	A
2	7.0000	B
3	6.7000	B
5	6.1000	B
4	4.0000	C
6	3.1000	CD
7	2.6000	D
8	1.3000	E
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05		

Nivel de Significancia = 0.01

RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN DE MEDIAS		
TRATAMIENTO	MEDIA	
1	8.8000	A
2	7.0000	B
3	6.7000	B
5	6.1000	B
4	4.0000	C
6	3.1000	C
7	2.6000	CD
8	1.3000	D
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01		

DISEÑO BLOQUES AL AZAR

Bloques Completos al Azar

Longitud de Raíz

TRATA.	1	2	3	4	5	6
	7	8	9	10		
1	10.0000 10.0000	10.0000 14.5000	10.0000 14.5000	10.0000 11.5000	10.0000	10.0000
2	14.5000 12.0000	16.0000 10.0000	10.5000 10.0000	12.5000 9.5000	12.0000	11.0000
3	14.0000 14.5000	10.0000 19.0000	12.0000 11.0000	14.0000 13.0000	10.5000	10.5000
4	12.5000 8.9000	13.7000 12.0000	9.5000 14.0000	14.0000 12.0000	12.0000	11.0000
5	9.5000 11.5000	12.0000 10.0000	10.0000 9.5000	11.0000 11.0000	10.0000	16.5000
6	12.0000 13.0000	16.0000 13.0000	14.0000 10.0000	9.0000 12.0000	9.0000	9.0000
7	11.0000 11.5000	11.5000 11.0000	15.0000 11.5000	12.0000 14.0000	16.0000	15.5000
8	14.5000 9.0000	10.5000 16.0000	10.5000 15.0000	8.5000 11.0000	10.0000	10.5000

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	34.306641	4.900949	0.9440	0.520
BLOQUES	9	27.896484	3.099609	0.5971	0.796
ERROR	63	327.062500	5.191468		
TOTAL	79	389.265625			

C.V. = 19.21%

TABLA DE MEDIAS	
TRATAMIENTO	MEDIA
1	11.050000
2	11.800000
3	12.850000
4	11.960000
5	11.100000
6	11.700000
7	12.900000
8	11.550000

Longitud del Vástago

TRATA.	1	2	3	4	5	6
	7	8	9	10		
1	10.0000 10.0000	10.0000 27.0000	10.0000 35.0000	10.0000 24.0000	10.0000	10.0000
2	27.0000 33.5000	25.5000 28.5000	23.0000 25.7000	39.5000 36.6000	31.5000	25.0000
3	27.0000 31.0000	31.5000 41.0000	35.0000 31.7000	24.5000 41.0000	24.5000	30.0000
4	38.0000 28.0000	25.0000 30.0000	36.5000 23.5000	39.0000 34.0000	27.7000	33.0000
5	25.0000 35.5000	30.0000 33.0000	35.0000 25.5000	23.0000 34.0000	27.7000	33.0000
6	25.0000 37.5000	32.0000 29.5000	31.8000 37.0000	33.0000 35.5000	30.0000	34.0000
7	37.5000	25.0000	20.0000	18.5000	33.0000	31.5000

	31.0000	41.6000	34.5000	28.0000		
8	41.0000	26.6000	37.5000	38.0000	36.0000	37.5000
	35.5000	38.0000	33.5000	43.5000		

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	2645.718750	377.959808	10.9044	0.000
BLOQUES	9	537.023438	59.669270	1.7215	0.102
ERROR	63	2183.664063	34.661335		
TOTAL	79	5366.406350			
C.V. = 19.78%					

TABLA DE MEDIAS	
TRATAMIENTO	MEDIA
1	15.600000
2	29.580002
3	31.720001
4	31.750000
5	30.170002
6	32.529999
7	30.060001
8	36.709999

Nivel de Significancia = 0.05

TRATAMIENTO	MEDIA	
8	36.7100	A
6	32.5300	A
4	31.7500	A
3	31.7200	A
5	30.1700	A
7	30.0600	A
2	29.5800	A
1	15.6000	B
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05		
TUKEY = 8.2587		
VALORES DE TABLAS <0.05>, <0.01> = 4.44, 5.24		

Nivel de Significancia = 0.01

TRATAMIENTO	MEDIA	
8	36.7100	A
6	32.5300	A
4	31.7500	A
3	31.7200	A
5	30.1700	A
7	30.0600	A
2	29.5800	A
1	15.6000	B
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01		
TUKEY = 9.7621		
VALORES DE TABLAS <0.05>, <0.01> = 4.44, 5.24		

Peso Fresco de Raíz

TRATA.	1	2	3	4	5	6
	7	8	9	10		
1	10.0000 10.0000	10.0000 1.8000	10.0000 2.8000	10.0000 1.8000	10.0000	10.0000
2	1.8000 3.0000	2.2000 2.0000	2.1000 1.1000	1.6000 1.2000	3.8000	2.9000
3	2.0000 2.3000	2.9000 2.3000	2.7000 3.0000	1.6000 2.8000	2.1000	2.4000
4	3.4000 2.0000	3.2000 2.8000	5.4000 3.5000	2.1000 3.0000	1.6000	3.4000
5	2.2000 3.7000	1.8000 2.8000	2.9000 2.3000	2.4000 3.5000	3.3000	1.4000
6	2.3000 2.1000	2.2000 2.0000	2.7000 3.8000	3.5000 2.0000	2.6000	3.5000
7	4.0000 3.0000	2.5000 4.2000	2.4000 1.8000	2.3000 3.9000	2.2000	3.3000
8	3.6000 2.2000	2.3000 2.7000	3.5000 1.7000	5.0000 2.5000	4.0000	3.0000

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	219.924500	31.4177686	13.0457	0.000
BLOQUES	9	21.787170	2.420797	1.0052	0.446
ERROR	63	151.721619	2.408280		
TOTAL	79	393.433289			
C.V. = 46.73%					

TABLA DE MEDIAS	
TRATAMIENTO	MEDIA
1	7.640001
2	2.170000
3	2.410000
4	3.040000
5	2.630000
6	2.670000
7	2.960000
8	3.050000

Nivel de Significancia = 0.05

TRATAMIENTO	MEDIA	
1	7.6400	A
8	3.0500	B
4	3.0400	B
7	2.9600	B
6	2.6700	B
5	2.6300	B
3	2.4100	B
2	2.1700	B
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05		
TUKEY = 2.1769		
VALORES DE TABLAS <0.05>, <0.01> = 4.44, 5.24		

Nivel de Significancia = 0.01

TRATAMIENTO	MEDIA	
1	7.6400	A
8	3.0500	B
4	3.0400	B
7	2.9600	B
6	2.6700	B
5	2.6300	B
3	2.4100	B
2	2.1700	B
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01		
TUKEY = 2.5732		
VALORES DE TABLAS <0.05>, <0.01> = 4.44, 5.24		

Peso Fresco del Vástago

TRATA.	1	2	3	4	5	6
	7	8	9	10		
1	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000
	10.0000	0.7000	0.7000	0.7000		
2	0.8000	0.8000	0.9000	0.9000	1.6000	1.0000
	0.9000	1.3000	1.2000	1.9000		
3	1.2000	1.4000	1.7000	1.4000	1.5000	2.0000
	1.9000	0.7000	1.1000	1.3000		
4	1.2000	0.7000	3.4000	2.5000	1.3000	3.0000
	1.8000	2.0000	1.3000	2.6000		
5	1.5000	1.8000	2.2000	0.9000	2.2000	1.5000
	2.4000	2.7000	1.1000	1.3000		
6	0.9000	3.2000	2.0000	1.1000	2.0000	2.8000
	1.8000	1.6000	3.3000	2.3000		

7	2.1000	2.1000	1.6000	2.2000	2.3000	2.2000
	2.8000	2.4000	2.0000	2.8000		
8	3.9000	2.1000	2.9000	3.3000	3.3000	3.2000
	3.0000	3.1000	2.6000	3.3000		

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	264.227112	37.746731	13.0033	0.000
BLOQUES	9	21.851746	2.427972	0.8364	0.586
ERROR	63	182.880554	2.902866		
TOTAL	79	468.959412			
C.V. = 64.84%					

TABLA DE MEDIAS	
TRATAMIENTO	MEDIA
1	7.209999
2	1.130000
3	1.420000
4	1.980000
5	1.760000
6	2.100000
7	2.350000
8	3.070000

Nivel de Significancia = 0.05

TRATAMIENTO	MEDIA	
1	7.2100	A
8	3.0700	B
7	2.3500	B
6	2.1000	B
4	1.9800	B
5	1.7600	B
3	1.4200	B
2	1.1300	B
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05		
TUKEY = 2.3900		
VALORES DE TABLAS <0.05>, <0.01> = 4.44, 5.24		

Nivel de Significancia = 0.01

TRATAMIENTO	MEDIA	
1	7.2100	A
8	3.0700	B
7	2.3500	B
6	2.1000	B
4	1.9800	B
5	1.7600	B
3	1.4200	B
2	1.1300	B
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01		
TUKEY = 2.8251		
VALORES DE TABLAS <0.05>, <0.01> = 4.44, 5.24		

Escala de Daño

	TRATA. 1	2	3	4	5	6
	7	8	9	10		
1	10.0000 10.0000	10.0000 9.0000	10.0000 9.0000	10.0000 9.0000	10.0000	10.0000
2	9.0000 9.0000	9.0000 6.0000	9.0000 5.0000	9.0000 5.0000	8.0000	8.0000
3	8.0000 8.0000	8.0000 9.0000	8.0000 9.0000	7.0000 9.0000	8.0000	7.0000
4	8.0000 5.0000	9.0000 3.0000	5.0000 6.0000	4.0000 3.0000	4.0000	5.0000
5	4.0000 3.0000	4.0000 4.0000	4.0000 9.0000	6.0000 8.0000	3.0000	4.0000
6	8.0000 4.0000	5.0000 2.0000	7.0000 4.0000	7.0000 4.0000	5.0000	4.0000
7	5.0000 2.0000	2.0000 3.0000	5.0000 3.0000	3.0000 2.0000	2.0000	2.0000
8	3.0000 2.0000	3.0000 2.0000	3.0000 1.0000	2.0000 1.0000	3.0000	2.0000

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	472.287598	67.469658	33.9809	0.000
BLOQUES	9	31.012451	3.445828	1.7355	0.099
ERROR	63	125.087402	3.445828		
TOTAL	79	628.387451	1.985514		
C.V. = 24.67%					

TABLA DE MEDIAS	
TRATAMIENTO	MEDIA
1	9.700000
2	7.700000
3	8.100000
4	5.200000
5	4.900000
6	5.000000
7	2.900000
8	2.000000

Nivel de Significancia = 0.05

TRATAMIENTO	MEDIA	
1	9.7000	A
3	8.1000	AB
2	7.7000	B
4	5.2000	C
6	5.0000	C
5	4.9000	C
7	2.9000	D
8	2.2000	D
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05		
TUKEY = 1.9766		
VALORES DE TABLAS <0.05>, <0.01> = 4.44, 5.24		

Nivel de Significancia = 0.01

TRATAMIENTO	MEDIA	
1	9.7000	A
3	8.1000	A
2	7.7000	A
4	5.2000	B
6	5.0000	B
5	4.9000	B
7	2.9000	BC
8	2.2000	C
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01		
TUKEY = 2.3365		
VALORES DE TABLAS <0.05>, <0.01> = 4.44, 5.24		