

**EVALUACIÓN DE HERBICIDAS
POSTEMERGENTES EN LOTES DE PRODUCCIÓN
DE SEMILLA DE MAÍZ EN SAYULA, JALISCO**

EDUWIGES RODRIGUEZ DELGADO

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Grado de:

MAESTRO EN TECNOLOGÍA

DE GRANOS Y SEMILLAS



**UNIVERSIDAD AUTONÓMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

PROGRAMA DE GRADUADOS

Saltillo, Coahuila, México. Abril de 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

**EVALUACIÓN DE HERBICIDAS POSTEMERGENTES EN LOTES
DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE MAÍZ EN SAYULA, JALISCO.**

TESIS

POR

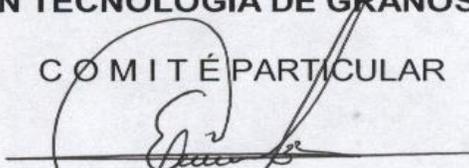
EDUWIGES RODRIGUEZ DELGADO

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y
aprobada como requisito parcial para optar al grado de:

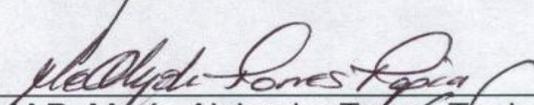
MAESTRO EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS

COMITÉ PARTICULAR

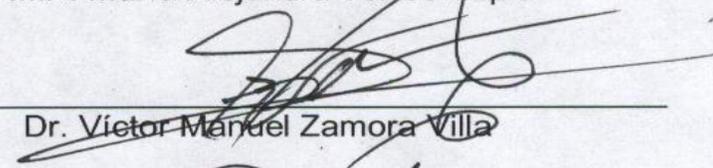
Asesor principal:


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

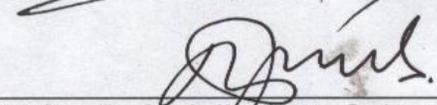
Asesor:

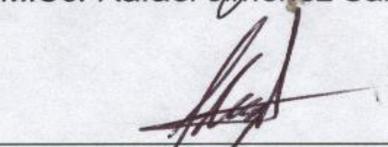

M.P. María Alejandra Torres Tapia

Asesor:


Dr. Víctor Manuel Zamora Villa

Asesor:


M.Sc. Rafael Jiménez Salazar


Dr. Fernando Ruiz Zarate
Subdirector de Postgrado

Saltillo, Coahuila, México. Abril de 2011

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por permitirme llegar a una etapa más de preparación en mi vida.

A mi “Alma Terra Mater” por darme la oportunidad de cristalizar mi vida en un hombre y un profesionalista cuán grande soy.

Con respeto y agradecimiento al Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo, por la confianza depositada en mí, por compartir sus conocimientos, por la paciencia y asesoría para dirigir y culminar este trabajo.

Al M.Sc. Rafael Jiménez Salazar por su valioso apoyo para que este trabajo se pudiera realizar, y sus recomendaciones para culminarlo satisfactoriamente.

Al Dr. Víctor Manuel Zamora Villa por sus valiosa revisión y correcciones en la revisión de esta investigación.

A la M.P. María Alejandra Torres Tapia por sus comentarios, apoyo y sugerencias en el trabajo.

Al Ph.D. Sergio Ignacio Dávila Cabello por sus comentarios y sugerencias en el presente trabajo.

A Ph.D. Norma Angélica Ruiz Torres por compartir sus conocimientos y amistad durante mi maestría

A mis compañeras y amigas de generación: Rosa Valeria y Elizabeth por su amistad y apoyo durante mi estancia en esta etapa de mi vida.

A la empresa Dow AgroSciences S.A. de C.V. por el apoyo y haber permitido realizar el presente trabajo en sus lotes de producción de semilla de maíz.

Por último agradezco a CONACYT por el otorgamiento del apoyo económico.

GRACIAS

Eduwiges Rodríguez Delgado.

DEDICATORIA

A mi Esposa: Paola

Por tu amor, apoyo y comprensión, por compartir días de tristeza y alegrías, por contar contigo en todo momento, por tu apoyo y amor que me demuestras cada día, te amo amor.

A mi Hija: Janna Paola

Por ser mi razón de ser, por llenar nuestras vidas de amor, alegría y satisfacciones, te amo bebe.

A mis padres:

Sr. Martin Rodríguez Bugarel y Sra. Angelina Delgado González

A quienes debo todo: la vida, protección, respaldo, apoyo, formación...y mucho más de lo que puedo mencionar, porque con su confianza y todas sus acciones me enseñaron a ser una persona de provecho, a ser alguien en la vida y sobre todo por el amor que siempre me brindan, con mucho cariño y amor les dedico este trabajo.

A mis hermanos:

Rubén y Martín, con el afecto y cariño de siempre, a quienes de manera incondicional han colaborado en mi vida como amigos y como hermanos, y un grandísimo agradecimiento a mi cuñada Dalila por su esfuerzo para apoyarme en cumplir mi meta.

GRACIAS

Eduwiges Rodríguez Delgado.

COMPENDIO

**Evaluación de Herbicidas Postemergentes en Lotes de Producción
de Semilla de Maíz en Sayula, Jalisco**

POR

EDUWIGES RODRIGUEZ DELGADO

**MAESTRÍA PROFESIONAL EN
TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO, ABRIL DE 2011**

DR. MARIO ERNESTO VÁZQUEZ BADILLO-ASESOR-

**Palabras clave: Herbicidas postemergentes, malezas, maíz, calidad de
semillas.**

La investigación se realizó en dos genotipos de cruza simple en lotes de producción de semilla comercial con los objetivos de conocer el efecto de los herbicidas en dos genotipos de maíz y su relación con el rendimiento y calidad de la semilla, definir el mejor herbicida en dos genotipos de maíz y que genere mejor control y mayor selectividad al mismo. El material genético que se utilizó son híbridos de la empresa Dow AgroSciences S.A. de C.V., la

investigación se llevó a cabo en dos etapas: la primera bajo condiciones de campo, donde se aplicó los herbicidas en etapa V5 del cultivo y se evaluó el porcentaje de control de malezas, fitotoxicidad al cultivo, altura de planta y altura de mazorca. La segunda etapa se llevó a cabo en laboratorio donde se clasificó la semilla de acuerdo a su forma y tamaño, donde se le realizó la prueba de germinación estándar, envejecimiento acelerado, longitud media de plúmula, peso seco de plúmula y peso seco de raíz. Para el análisis de los resultados se utilizó un diseño bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas. Los resultados en la etapa de laboratorio se utilizó un diseño completamente al azar.

Los resultados obtenidos en la primera etapa mostraron que los productos herbicidas que mejor control de malezas tuvieron en los dos genotipos fue el Laudis, seguido del Finale. El herbicida Tronador y Marvel solo controlaron maleza de hoja ancha. En lo que respecta a la selectividad al cultivo solo el Finale mostró signos de daños por el arrastre del producto por ser un herbicida de contacto, el resto de los herbicidas no mostró efecto en el cultivo. Los mejores rendimientos en ambos genotipos se obtuvieron en el tratamiento Laudis.

En cuanto a la calidad de la semilla en las pruebas de laboratorio no mostró efecto por los herbicidas o control de malezas, el efecto en la calidad se ve más influenciada por la forma y tamaño de la semilla en todas las pruebas realizadas y no por los herbicidas.

SUMMARY

**Evaluation of Postemergence in lots Corn Seed Production in Sayula,
Jalisco**

BY

EDUWIGES RODRIGUEZ DELGADO

MASTER

GRAIN AND SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SALTILLO, COAHUILA, MEXICO, APRIL 2011

Ph.D. MARIO ERNESTO VAZQUEZ BADILLO -ADVISORY-

Key words: Postemergence herbicides, weeds, corn, seed quality.

The research was made in two genotypes of simple cross in commercial seed production; lots with the objective of know the effect of herbicides on two corn genotypes and their relationship with the yield and the seed quality, and determining the best herbicide in two maize genotypes and generate the best control and selectivity to it. The genetic material were used,

are hybrid of Dow AgroSciences S.A. de C.V., the work investigation was made in two stages: the first one conditions, where the herbicides were applied to the crop V5 stage and assessed the percentage of weed control, to the phytotoxicity crop, height plant and ear height. The second stage was made at the laboratory, where the seed were classified according to their shape and size, where they performed the standard germination test, accelerated aging, plumule mean length, dry weight of plumule and root dry weight. For the result analysis was used a randomized complete blocks design, with split plot arrangement. The results at the laboratory stage, was used a completely randomized design.

The obtained results at the first stage showed that herbicide products that were better at the weed control in both genotypes was the Laudis, followed by the Finale. The Tronador herbicide and Marvel only broadleaf weeds controlled. As regards the cultivation of selectivity Finale only showed signs of damage by the drag of the product to be a contact herbicide, the rest of the herbicides did not show effect on the crop. The best yields of both genotypes were obtained in the treatment Laudis.

In terms of seed quality in laboratory tests, do not show the effect of herbicides or weeds control, the effect on quality is more influenced by the shape and size of seeds in all tests, and not by the herbicides.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | Pág |
|---|-----------|
| ÍNDICE DE CUADROS..... | X |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | Xii |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| Objetivos..... | 4 |
| REVISIÓN DE LITERATURA..... | 5 |
| Definición de maleza..... | 5 |
| Importancia económica de malezas..... | 5 |
| Daños causados por las malezas..... | 6 |
| Control de malezas..... | 10 |
| Métodos de control de malezas..... | 10 |
| Clasificación de los herbicidas..... | 16 |
| Clasificación de los herbicidas según su modo de acción..... | 19 |
| Selectividad herbicida..... | 31 |
| Tipos de selectividad..... | 32 |
| Factores que determinan el uso de herbicidas..... | 33 |
| Los plaguicidas en el medio ambiente y desarrollos futuros..... | 34 |
| Cultivos transgénicos resistencia a herbicidas..... | 35 |
| Control químico de la maleza en maíz..... | 35 |
| Características de los herbicidas utilizados..... | 40 |
| Concepto de semilla..... | 45 |
| Calidad de la semilla..... | 46 |
| Calidad fisiológica..... | 46 |
| Vigor..... | 49 |
| Germinación..... | 50 |
| MATERIALES Y MÉTODOS..... | 52 |
| Área de estudio..... | 52 |
| Localización..... | 52 |
| Material vegetativo..... | 52 |
| Conducción del experimento..... | 53 |
| Tratamientos..... | 53 |
| Etapa de laboratorio..... | 54 |
| Variables agronómicas..... | 55 |
| Clasificación de la semilla..... | 57 |
| Variables de laboratorio..... | 58 |
| Análisis estadístico..... | 60 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 62 |
| Presencia de malezas..... | 62 |
| DAS H1..... | 62 |
| Control de malezas DAS H1..... | 63 |
| Control de malezas DAS H2..... | 69 |
| Fitotoxicidad al cultivo..... | 75 |
| Variables agronómicas..... | 76 |
| Características fisiológicas..... | 81 |
| DAS H1..... | 82 |
| DAS H2..... | 86 |
| DISCUSION | 91 |
| CONCLUSIONES | 94 |
| RESUMEN | 95 |
| LITERATURA CITADA | 97 |
| APÉNDICE | 103 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro No. | | Pág. |
|------------|--|------|
| 3.1 | Tratamientos evaluados en el control de maleza en el cultivo de maíz en Sayula, Jalisco. 2009..... | 54 |
| 4.1 | Diversidad y densidad de población de malas hierbas encontradas en el testigo en el genotipo de maíz DAS H1 en Sayula, Jalisco. 2009..... | 63 |
| 4.2 | Control de maleza en maíz a los siete dda en el genotipo DAS H1 en Sayula, Jalisco. 2009..... | 64 |
| 4.3 | Control de maleza en maíz a los 14 dda en el genotipo DAS H1 en Sayula, Jalisco. 2009..... | 65 |
| 4.4 | Control de maleza en maíz a los 30 dda en el genotipo DAS H1 en Sayula, Jalisco. 2009..... | 66 |
| 4.5 | Control de maleza en maíz a los 45 dda en el genotipo DAS H1 en Sayula, Jalisco. 2009..... | 67 |
| 4.6 | Diversidad y densidad de población de malas hierbas encontradas en el testigo en el genotipo de maíz DAS H2 en Sayula, Jalisco. 2009..... | 69 |
| 4.7 | Control de maleza en maíz a los siete dda en el genotipo DAS H2 en Sayula, Jalisco. 2009..... | 70 |
| 4.8 | Control de maleza en maíz a los 14 dda en el genotipo DAS H2 en Sayula, Jalisco. 2009..... | 72 |
| 4.9 | Control de maleza en maíz a los 30 dda en el genotipo DAS H2 en Sayula, Jalisco. 2009..... | 73 |
| 4.10 | Control de maleza en maíz a los 45 dda en el genotipo DAS H2 en Sayula, Jalisco. 2009..... | 74 |
| 4.11 | Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para las variables agronómicas evaluadas en maíz producido en Sayula, Jalisco. 2009..... | 77 |

| | | |
|------|---|----|
| 4.12 | Comparación de medias del genotipo DAS H1 para las variables agronómicas evaluadas en maíz producido en Sayula, Jalisco. 2009..... | 78 |
| 4.13 | Comparación de medias del genotipo DAS H2 para las variables agronómicas evaluadas en maíz producido en Sayula, Jalisco. 2009..... | 80 |
| 4.14 | Comparación de medias para cada tamaño en la prueba de germinación en semilla de maíz en el genotipo DAS H1 en Sayula, Jalisco. 2009..... | 82 |
| 4.15 | Comparación de medias para cada tamaño en el envejecimiento acelerado en semilla de maíz en el genotipo DAS H1 en Sayula, Jalisco. 2009..... | 83 |
| 4.16 | Comparación de medias para cada tamaño en longitud media de plúmula en semilla de maíz en el genotipo DAS H1 en Sayula, Jalisco. 2009..... | 84 |
| 4.17 | Comparación de medias para cada tamaño para peso seco de plúmula (mg/pl) en semilla de maíz en el genotipo DAS H1 en Sayula, Jalisco. 2009..... | 85 |
| 4.18 | Comparación de medias para cada tamaño en el peso seco de raíz (mg/pl) en semilla de maíz en el genotipo DAS H1 en Sayula, Jalisco. 2009..... | 86 |
| 4.19 | Comparación de medias para cada tamaño en la prueba de germinación en semilla de maíz en el genotipo DAS H2 en Sayula, Jalisco. 2009..... | 87 |
| 4.20 | Comparación de medias para cada tamaño en el envejecimiento acelerado en semilla de maíz en el genotipo DAS H2 en Sayula, Jalisco. 2009..... | 87 |
| 4.21 | Comparación de medias para cada tamaño en longitud media de plúmula en semilla de maíz en el genotipo DAS H2 en Sayula, Jalisco. 2009..... | 88 |
| 4.22 | Comparación de medias para cada tamaño para peso seco de plúmula (mg/pl) en semilla de maíz en el genotipo DAS H2 en Sayula, Jalisco. 2009..... | 89 |
| 4.23 | Comparación de medias para cada tamaño en el peso seco de raíz (mg/pl) en semilla de maíz en el genotipo DAS H2 en Sayula, Jalisco. 2009..... | 90 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura No. | | Pág. |
|------------|---|------|
| 4.1 | Medias porcentuales de control de la maleza a los 7, 14, 30 y 45 dda en el genotipo DAS H1 de maíz en Sayula, Jalisco. 2009..... | 68 |
| 4.2 | Medias porcentuales de control de la maleza a los 7, 14, 30 y 45 dda en el genotipo DAS H2 de maíz en Sayula, Jalisco. 2009..... | 75 |
| 4.3 | Comportamiento de la comparación de medias del rendimiento por las categorías obtenidas del genotipo DAS H1 en Sayula, Jalisco.2009..... | 79 |
| 4.4 | Comportamiento de la comparación de medias del rendimiento por las categorías obtenidas del genotipo DAS H2 en Sayula, Jalisco. 2009..... | 81 |

INTRODUCCION

Es indudable el problema que representan las malezas en los cultivos agrícolas. En tiempos actuales se consideran a las malezas dentro de los factores más importantes que merman la producción de los cultivos a nivel mundial y el cultivo de maíz no es la excepción. Actualmente el maíz ocupa el primer lugar a nivel nacional en cuanto a superficie sembrada con 7,726,109.60 hectáreas según SIAP (2009); de acuerdo con el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS, 2009), México requiere de 158,000 toneladas de semilla mejorada de maíz, sin embargo solo se producen 59,586 toneladas, lo que representa el 37.7% de la superficie cultivada con semilla certificada de maíz, es preocupante que siendo el maíz el cultivo más importante en el país no somos autosuficientes, y requerimos que este grano sea el de mayor importación con 9,145,990 toneladas (FAO, 2008).

Los lotes de producción de semilla de maíz exige un manejo eficiente, coordinado con los distintos factores que están relacionados con la producción y la relación que guardan cada uno de ellos entre sí, de tal manera que la acción desfavorable de tan solo uno de los factores puede llegar a limitar la expresión óptima de los otros. Dentro de estos factores, el manejo de la maleza es uno de los más limitantes en la producción de maíz, pues las

pérdidas en rendimiento están relacionadas con el tiempo que permanece la maleza en el cultivo. Los daños ocasionados por las malezas son más importantes de lo que se cree, según la FAO provocan pérdidas cuantiosas del orden de 5 a 10% de las cosechas en países desarrollados, mientras que en países en desarrollo que dependen en gran medida de su producción agropecuaria, las pérdidas pueden ser superiores al 20-30% de la producción.

Las malezas son plantas indeseables que crecen junto con las plantas cultivadas, interfiriendo en su desarrollo normal. Ya que estas compiten por luz, agua, nutrientes y espacio con el cultivo; son hospederas, centro de multiplicación de plagas y enfermedades y aumentan en alto grado las impurezas del grano al momento de la cosecha. Los efectos ocasionados por ella repercuten de manera directa sobre la economía del agricultor al afectar su rendimiento y la calidad en sus cosechas. El manejo de malezas implica el uso de todas aquellas prácticas culturales, medidas legales, herramientas o maquinaria y productos tendientes a limitar la infestación de malezas hasta un grado tal que no afecte o interfiera económicamente con la producción agrícola en un área determinada. Dentro de los métodos de control se encuentra el método químico, para ello se debe tener en cuenta el tipo de maleza, su estado de desarrollo al momento de aplicación, las condiciones ambientales y las características del cultivo.

En los últimos años se han logrado significativos avances para obtener sustancias químicas o biológicas menos tóxicas para el hombre, menos

agresivas para el ambiente y más selectivas respecto a los cultivos donde se usen. El uso de herbicidas ha facilitado el control de malezas, por lo que su importancia en cuanto a otros métodos de control como el mecánico es que puede llevarse a cabo donde los implementos agrícolas no pueden trabajar; es rápido, emplea poca mano de obra, requiere menos tiempo que el control manual, etc. (Gómez, 1993). El mismo autor señala que el control químico se considera uno de los mejores métodos, sin embargo no se ha alcanzado su óptimo aprovechamiento debido a diversos factores como la: utilización de productos inapropiados, falta de equipo de aplicación y otras deficiencias que ocasionan que el problema de la maleza continúe.

El uso de herbicidas es una de las formas más económicas de control, no obstante éstos pueden tener efectos negativos sobre el cultivo al originar reacciones fitotóxicas al ignorar la selectividad del herbicida al cultivo que podría reducir notablemente el rendimiento y la calidad de la semilla. En base a que la mayoría de los trabajos en el uso de herbicidas se han enfocado a la producción de granos para alimentos, y ante la inminente necesidad de incrementar la producción surge la necesidad de buscar soluciones a los problema de malezas en lotes de maíz destinados a la producción de semilla de calidad, mediante el uso de herbicidas postemergentes, ya que en estos sistemas de producción el problema de malezas no es la excepción.

Por lo antes mencionado, y en colaboración entre el CCDTS y Dow AgroSciences S.A.de C.V. se realizó el siguiente trabajo de investigación que tiene como:

Objetivos

Evaluar el efecto de los herbicidas en dos genotipos de maíz y su relación con el rendimiento y calidad fisiológica de la semilla.

Definir el mejor herbicida en dos genotipos de maíz y que genere mejor control y mayor selectividad al mismo.

Hipótesis

Algún herbicida causara efectos de fitotoxicidad al maíz afectando su rendimiento

El uso de herbicidas influye en el cultivo afectando la calidad fisiológica de la semilla

REVISION DE LITERATURA

Definición de maleza

La maleza o mala hierba es una planta que no se desea tener en un lugar y tiempo determinado; un rosal o cualquier otra especie vegetal en un campo de maíz son maleza, y son indeseables. Este concepto simplifica mucho el problema de control y combate de la maleza: basta destruir de alguna manera toda aquella planta diferente a la que se desea cultivar (Rojas y Vázquez, 1995). Por su lado, Labrada *et al.* (1996) mencionan que las malezas son aquellas plantas que interfieren con la actividad humana en áreas cultivables y no cultivables.

Importancia económica de malezas

Los daños ocasionadas por las malezas son más importantes de lo que se cree, según la FAO provocan pérdidas cuantiosas del orden de 5 a 10% de las cosechas en países desarrollados, mientras que en países en desarrollo que dependen de en gran medida de su producción agropecuaria, las pérdidas pueden ser superiores al 20-30% de la producción.

Rojas y Vázquez (1995) mencionan que el número de malas hierbas que salen en un campo cultivado es mayor de lo que se piensa al señalar cifras experimentales, en donde deduce que si no se efectuara algún tipo de control de malezas, cada planta de maíz (calculando 40, 000 plantas/ha) debería competir con más de 100 malezas, afectando drásticamente el rendimiento y calidad de la cosecha.

Labrada (2004) señala que en los países en desarrollo, más del 50% del tiempo se dedica al deshierbe, lo cual es llevado a cabo por mujeres y niños de la familia. En sistemas agrícolas tradicionales, un conocimiento del llamado “período crítico” de competencia podría permitir a los agricultores hacer un uso más eficiente de sus limitados recursos laborales.

Labrada *et al.* (1996) comentan que las malezas compiten con las plantas cultivadas por los nutrientes del suelo, agua y luz, además de que son hospederas de insectos y patógenos dañinos a las plantas cultivadas. Las malezas también afectan el proceso de cosecha y aumentan los costos de operación y al final los rendimientos y su calidad decrece severamente.

Daños causados por las malezas

Al conjunto de daños causados por la maleza a los cultivos se le denomina interferencia. La interferencia incluye la reducción del rendimiento por competencia y la alelopatía, la disminución en la calidad del producto

cosechado, el aumento en los costos de cosecha y la mayor incidencia de plagas y enfermedades (Stoller *et al.* 1987). Las pérdidas de rendimiento son ocasionadas principalmente por la competencia entre maleza y cultivo por luz, agua y nutrimentos, factores básicos para el desarrollo de las plantas (Chandler *et al.* 1984).

Competencia

García y Fernández (1991) comentan que los cultivos con desarrollo temprano lento y porte bajo son deficientes competidores; en cambio, los cultivos densos y sanos presentan mayor competitividad que permite dominar el desarrollo de las malas hierbas.

Domínguez (2009) menciona que en todos los cultivos existe un período en el que la presencia de malezas o malas hierbas causa los mayores daños en el rendimiento. Ese período, por lo general se ubica en las primeras semanas del ciclo, después de la emergencia de los cultivos. En maíz, la magnitud de ese período, llamado período crítico de competencia (PCC) es variable y depende de la variedad de maíz, el ciclo del cultivo, la fecha de siembra, las especies de malezas, la presión de malezas, entre muchos otros factores. Sin embargo, en lo que todos los investigadores coinciden es que el PCC en maíz se ubica entre la primera y sexta semana después de la emergencia del cultivo.

Según Rojas y Vázquez (1995) y Rodríguez y de León (2008) las malezas son de las plagas más importantes, ya que compiten con las plantas cultivadas y sus daños directos e indirectos afectan al cultivo de maíz, desde su establecimiento hasta su madurez fisiológica, reflejándose en bajas considerables del rendimiento. Los factores que causan competencia son:

Luz. Las malezas casi siempre tienen tasas de crecimiento superior a la del cultivo de maíz, de manera que, dependiendo de la región donde se cultive, en pocos días las plantas de maíz son cubiertas por la maleza, ocasionando en algunos casos hasta su muerte (Rojas y Vázquez, 1995).

Agua. Aunque el poder competitivo del maíz es variable dependiendo de la variedad, en general la maleza con poco agua logra florecer con rapidez, de modo que si no hay abundante agua, el cultivo se ve privado de este elemento y aprovechado por las malezas (Rodríguez y de León, 2008).

Nutrientes. Los elementos químicos que son alimento para el cultivo lo son también para la maleza; y a menudo, las malezas son más hábiles para absorberlos y asimilarlos. De acuerdo con trabajos de investigación, la maleza absorbe los nutrientes más rápido que el cultivo de maíz y, por lo tanto, hasta que la maleza ha alcanzado sus exigencias la planta de maíz aprovecha los nutrientes.

Interferencia en la Cosecha (Calidad de la Cosecha)

Las malezas dificultan la cosecha y aumentan los costos de operación. Además, al momento de la cosecha las semillas de las malezas contaminan la producción obtenida reduciendo la calidad del grano. Por su parte Rodríguez y de León (2008) mencionan que en la calabacilla (*Cysius* sp.), en el Valle de Toluca crece abundantemente aun después del último aporque, acamando las plantas y causando dificultad a la cosecha, reduciendo la calidad del grano.

Daños a la Salud Humana

Se distinguen distintos tipos de daños:

- a) *Dermatitis*. Problemas causados por ortigas (*Urtica urens*) que molestan mucho a los pizcadores y que en ciertas ocasiones pueden determinar reacciones peligrosas en algunas personas.
- b) *Tóxicas*. En algunas partes verdes o en las semillas se tienen sustancias que puede ser tóxicas por ingesta.
- c) *Mecánicos*. Al cosechar en forma manual, las malezas con espinas ocasionan lesiones en los brazos y afectan también a los animales cuando están pastoreando (Rodríguez y de León, 2008).

Hospedera de insectos, ácaros y enfermedades

La mayor incidencia de plagas y enfermedades por la presencia de malezas es muy importante en los cultivos. Se denomina hospedera a la planta que sirve de manera específica o forzosa para que un insecto u hongo pase en ella parte de su vida. Entre las hospederas de insectos se encuentra el quelite o bleado (*Chenopodium sp.*) que alberga al barrenador del tallo del maíz (*Diatrea sp.*) (Rodríguez y de León, 2008).

Control de malezas

La maleza afecta los cultivos en sus estados primarios de forma directa, por lo que la razón de combatir la maleza es que no llegue a un punto en el que sea un factor de reducción en el rendimiento. Por su parte la NAS (1978) menciona que el control es el empleo de una serie de prácticas para reducir la densidad de una o varias malezas, de tal manera que las pérdidas sean lo mínimo posible.

Métodos de control de malezas

Las prácticas utilizadas para el control de malezas están muy ligadas al método de siembra del cultivo en producción y las especies de malezas presentes, además de la capacidad económica y tecnología disponible por parte del agricultor (Pérez, 1991).

Control manual

Es el control más antiguo, ha sobrevivido a todas las innovaciones, aunque va disminuyendo su empleo a gran escala. Este control puede ser eficaz sobre las plantas anuales y bianuales, siempre que se desprenda el sistema radical (NAS, 1978). Consiste en eliminar la maleza mediante implementos utilizados directamente por el hombre (azadón, machete, coa, etc.) para evitar la competencia del cultivo (Gómez, 1993). Por su parte Rojas y Vázquez (1995) reportan que este método es poco eficiente, debido a que avanza con tal lentitud que las malezas destacan sobre el cultivo, además de que se necesita que la maleza tenga varios centímetros de altura, lo que significa que ya ha competido con el cultivo.

Control con Fuego

El fuego se puede usar para eliminar plantas nocivas que crecen en las represas de los canales, orillas de caminos, en campos de coníferas. Cuando se quema la vegetación seca, raras veces se matan las semillas de las malezas; por lo tanto, dicha práctica tiene poco valor para tal propósito; la quema debe ser controlada para reducir riesgos de incendios forestales o para no dañar el cultivo sembrado (Klingman y Asthon, 1980). Por su parte Rojas y Vázquez (1995) menciona que el fuego puede usarse en pastizales para eliminar los pastos secos y facilitar la resiembra; en forma similar se usa para

eliminar residuos de cosecha como en el trigo; se deben considerar tres factores para aplicarlo con seguridad:

- a) Ligera humedad del suelo para protección de los rizomas de los pastos.
- b) Alta humedad relativa para evitar que se alcancen altas temperaturas
- c) Ausencia de viento para que el incendio no se propague a lugares no deseados.

Control cultural

Gómez (1993) menciona que el control cultural consiste en eliminar la maleza mediante prácticas como: rotación de cultivos, establecimiento de cultivos que sean competitivos, densidades de siembra adecuadas y siembras en seco y húmedo. Por su parte, Klingman y Ashton (1980) mencionan que la rotación de cultivos es un medio eficiente para reducir el crecimiento de malezas. Para que esta técnica sea eficaz, es preciso que los cultivos sean altamente competitivos, es decir, que se incluyan en la rotación: 1) cultivos de verano sembrados en surcos y 2) cultivos de cereales de inicio de primavera.

Control mecánico

Es uno de los métodos más utilizados por el agricultor; para llevarlo a cabo se emplean desde el arado de rejas hasta implementos más complejos como el azadón mecánico rotatorio o la cultivadora de rejillas múltiples,

accionadas ambas con tractor (Gómez, 1993). Mientras que Rojas y Vázquez (1995) señalan que este tipo de control arranca la hierba y remueve la tierra, siendo difícil evaluar separadamente los efectos de control de malezas y como labor de escarda, ya que el control mecánico hace aflorar y facilita la germinación de semillas de malezas.

Control legal

Gómez (1993) menciona que básicamente se trata de prevenir la diseminación de maleza que no se encuentra en algunas zonas o regiones, y se apoya en leyes adecuadas como las normas de certificación de semillas (en las que se especifica la cantidad de simiente de maleza que puede contener la semillas que es comercializada), el uso de cuarentenas; empleo y manejo de los herbicidas y manejo del equipo necesario para su aplicación. Rojas y Vázquez (1995) mencionan que es una forma preventiva a nivel regional o nacional apoyada en leyes adecuadas, para que estas leyes sean operantes se debe reconocer la peligrosidad de las diversas especies, así como contar con técnicos capaces de reconocer las especies de malezas por su semilla.

Control biológico

Es la disminución de una especie vegetal por medio de enemigos naturales-parásitos, depredadores y elementos patógenos. Desgraciadamente en el caso de la maleza sólo hay casos contados (Gómez, 1993). Rojas y

Vázquez (1995) mencionan que se le llama a este control aquel que ejerce un organismo vivo sobre otro impidiendo la proliferación de la especie. Se han desarrollado herbicidas biológicos como Collego (Upjohn) a base de esporas de *Colletotrichum gleosporoides* que se aplican en arroz y soya para alguna malezas y el Devine (Abbott), a base de esporas de *Phytophthora palmivora*, usado específicamente para combatir *Morrenia odorata* (hiedra estranguladora).

Control químico

Se efectúa por medio del uso de productos químicos comúnmente llamados herbicidas que aplicados en la época y dosis adecuadas, inhiben el desarrollo o matan a las plantas indeseables. El uso de herbicidas debe efectuarse sólo cuando los otros métodos de control no son factibles de utilizarse o cuando su uso representa una ventaja económica para el productor. En la actualidad los herbicidas constituyen la herramienta más efectiva en programas de control de maleza (Reedy *et al.* 1999)

Ventajas del control químico

Rojas y Vázquez (1995) mencionan las siguientes ventajas y desventajas del control químico:

- a) Su aplicación no cambia la estructura del suelo
- b) Puede hacerse con bombas manuales, en caso de lluvias impiden el uso del tractor.

- c) Muchos herbicidas se aplican al suelo antes de que salgan las plantas matando las semillas de malezas antes de germinar o al empezar a emerger.
- d) Si está bien seleccionado, el herbicida se puede hacer la aplicación total matando solo a las malezas sin dañar el cultivo
- e) Los herbicidas selectivos disminuyen labores de escarda que dañan el sistema radical.

Desventajas del control químico

- a) Acarreo por viento
- b) Residualidad en el suelo
- c) Cambios en las especies o biotipos de las malezas
- d) Toxicidad al hombre y animales
- f) Problemas sociales (puede originar desempleo del los más pobre e ignorantes).

Control integral

Gómez (1993) menciona que en vista de lo problemático que resulta el control total de maleza por medio de métodos individuales, se trata de integrar a varios de estos métodos para lograr el manejo completo de ella. Rojas y Vázquez (1995) comentan que consiste en aquel que se integran dos o más medios de combate de los ya mencionados, el control integrado ha probado ser el mejor medio de control, pues disminuye costos ecológicos y

económicos al aminorar las alteraciones del ambiente que cualquier medio de combate.

Clasificación de los herbicidas

Gómez (1993) define a los herbicidas como un producto químico fitotóxico, utilizado para destruir las plantas indeseables, inhibir o alterar su crecimiento e interferir y malograr la germinación de sus semillas. Los herbicidas se clasifican en diferentes puntos de vista (Gómez, 1993 y Rojas y Vázquez, 1995).

Estructura química o grupo químico

La clasificación en familias químicas se basa en la composición de los diferentes compuestos usados como herbicidas. Dentro de una familia química los herbicidas tienen propiedades similares y generalmente el mismo modo de acción (Retzinger y Mallory-Smith, 1997). Algunos ejemplos de las principales familias químicas de herbicidas son: las triazinas, las dinitroanilinas, los fenoxiacéticos, las cloroacetamidas, las ciclohexanodionas, las sulfonilureas y los bupiridilos.

Modo de acción

Los herbicidas se pueden aplicar al follaje o al suelo. Los que se aplican al follaje y afectan solamente la parte tratada o donde caen se describen como herbicidas de contacto. Mientras aquellos que son absorbidos por las hojas o raíz y se trasladan hacia un punto de acción en otro lugar del cuerpo de la planta, alcanzando tejidos internos y partes no asperjadas, matando la planta entera, son llamados herbicidas sistémicos (Rojas y Vázquez, 1995). El modo de acción es la secuencia de eventos que ocurren desde la absorción del herbicida hasta la muerte de la planta. Los herbicidas con el mismo modo de acción tienen el mismo comportamiento de absorción y transporte y producen síntomas similares en las plantas tratadas (Gusolus y Curran, 1996).

Espectro de acción

Herbicidas generales que matan a toda clase de planta, por lo que se usan en canales, caminos, áreas industriales, por supuesto siempre hay especies más o menos resistentes. Herbicidas selectivos matan a unas especies y a otras no; cuando están bien seleccionados para la combinación maleza-cultivo se emplean en aplicación total en los campos sin dañar al cultivo solo a la maleza. La causa de la selectividad es variable y su explicación reside en los procesos bioquímicos de las diversas especies. La selectividad del cultivo y el espectro de control de malezas se usan a menudo en la clasificación

de herbicidas, por ej., herbicidas para cereales y herbicidas para malezas de hoja ancha (Rojas y Vázquez, 1995).

Época de aplicación

De acuerdo a su época de aplicación los herbicidas pueden clasificarse en forma general como preemergentes (PRE) y postemergentes (POST).

- En **presiembr**a, se aplica antes de la siembra y se requiere incorporarlos al suelo para distribuirlos uniformemente en la zona donde germina la mayoría de las malezas.
- **Preemergencia** se aplican después de sembrar pero antes de la emergencia del cultivo o de la maleza.
- **Postemergencia** se aplican cuando la maleza y el cultivo ya emergieron (Gómez, 1993 y Rojas y Vázquez, 1995).

Lugar de aplicación

- **Follaje**. Algunos productos son absorbidos solamente por la hoja o transportados solamente por el tejido que lleva los alimentos fabricados (floema).
- **Suelo**. Solamente se absorben por la raíz o bien se transporta solamente por el tejido que lleva el agua y las sales (xilema).

- **Basal.** En los árboles y arbustos, la aplicación se hace al suelo, alrededor del tronco (Gómez, 1993 y Rojas y Vázquez, 1995).

Forma de aplicación

- Aplicación total cuando cubre todo el terreno
- Dirigida, cuando las malezas están muy esparcidas, donde es preferible aplicar cada arbusto o maleza en particular.
- En banda, cuando se aplica solamente sobre la hilera de las plantas cultivadas.
- Agua de riego, la aplicación del herbicida en el agua de riego.
- Aérea, cuando la aplicación del herbicida es mediante el uso del avión, generalmente se hace en extensiones muy grandes, sin embargo se debe tener mucho cuidado con los cultivos de los alrededores, por los arrastres del producto por el viento (Rojas y Vázquez, 1995).

Clasificación de los herbicidas según su modo de acción

La clasificación de los herbicidas según su modo de acción permite predecir en forma general, su espectro de control de maleza, época de aplicación, selectividad a cultivos y persistencia en el suelo (Ashton y Crafts, 1981). Aunque es común que los términos modo y mecanismo de acción de los herbicidas sean usados como sinónimos, existen claras diferencias entre estos

términos. El modo de acción se refiere a los eventos que provocan los herbicidas y el mecanismo de acción al sitio o proceso bioquímico específico que es afectado (Gusolus y Curran, 1996). Finalmente este tipo de clasificación permite diseñar los programas de control químico de maleza más eficientes y evitar los posibles efectos negativos del uso de herbicidas como son la residualidad en el suelo, el cambio de especies de malezas y el desarrollo de biotipos de maleza resistentes a herbicidas (Heap, 2000 y Regehr y Morishita, 1989).

Reguladores de crecimiento

Los reguladores de crecimiento incluyen a las familias químicas: fenoxicarboxílicos (2,4-D y 2,4-DB), benzóicos (dicamba), piridincarboxílicos (picloram, clopiralid, fluroxipir y triclopir) y quinolincarboxílicos (quinclorac) (Cavanaugh *et al.* 1998 y Devine *et al.* 1993). El modo de acción de estos incluye la epinastia o retorcimiento de pecíolos y tallos, la formación de callosidades, la malformación de hojas y finalmente la necrosis y muerte de la planta. Esta clase de herbicidas son usados principalmente para el control de especies dicotiledóneas “hojas anchas” anuales y perennes en gramíneas. Se absorben por hojas y raíces y se transportan por el floema y xilema. Sin embargo, su uso principal es en postemergencia a cultivo y maleza (Sterling *et al.* 2005).

El mecanismo de acción se sabe que alteran el balance hormonal de las plantas que regulan procesos como la división y elongación celular, la síntesis de proteínas y la respiración. Por lo anterior estos herbicidas son conocidos como hormonales (Baumann *et al.* 1998). Los síntomas de daño a gramíneas cultivadas incluyen el enrollamiento de hojas, la “cristalización” de los tallos, los que se quiebran fácilmente, la curvatura de tallos, la fusión de raíces, la distorsión de espigas y la esterilidad de flores (Sterling *et al.* 2005).

Inhibidores del crecimiento de plántulas

Estos herbicidas actúan en las plántulas poco después de su germinación y antes de su emergencia, por lo que es común que sus efectos no sean visibles, ya que las plantas dañadas no llegan a emerger. Los inhibidores del crecimiento de plántulas tienen muy poca actividad foliar y se aplican en presembrado o preemergencia. Los inhibidores de crecimiento se dividen en dos grupos: inhibidores de radículas e inhibidores de brotes (Murphy, 1999).

Inhibidores de radículas. Incluye a la familia química de las dinitroanilinas (trifluralina y pendimetalina). El modo de acción es la inhibición del desarrollo radicular, las plantas mueren por no poder tomar agua y nutrientes del suelo. El mecanismo de acción es la inhibición de la división celular al impedir la mitosis en las células. Los inhibidores de raíces son más efectivos en el control de hojas anchas y zacates de semilla pequeña, ya que se concentran en los primeros centímetros del suelo (Gusolus y Curran, 1996). Su solubilidad en

agua es muy baja y en su mayoría son volátiles y degradables por la luz, por lo que deben incorporarse mecánicamente al suelo. Los daños de los inhibidores de raíces en los cultivos incluyen la tumoración de las raíces, ausencia de raíces secundarias y el de engrosamiento de hipocotilos en dicotiledóneas.

Inhibidores de brotes. Los inhibidores de brotes incluyen a las familias químicas de las cloroacetamidas (metolaclor, acetochlor y dimetenamida), los tiocarbamatos (EPTC) y ácidos benzoicos (clortal-dimetil). El modo de acción de estos es la inhibición del desarrollo de las plántulas en proceso de emergencia.

El mecanismo de acción no está bien definido pero se cree que afectan la síntesis de lípidos y proteínas en plántulas. Los inhibidores de brotes son más efectivos en el control de hojas anchas y zacates de semilla pequeña (Labrada *et al.* 1996). Los tiocarbamatos son muy volátiles y requieren incorporación mecánica por lo que se aplican en presembrado. Las cloroacetamidas se utilizan en presembrado como en preemergencia y requieren de lluvia o riego en los primeros 15 días después de su aplicación. Estos herbicidas se absorben por los brotes de los zacates y las raíces de las hojas anchas y se transportan por el xilema y floema hacia los puntos de crecimiento. Su selectividad es fisiológica, al transformar las plantas tolerantes estos herbicidas a compuestos no tóxicos, y posicional al colocar el herbicida fuera de la zona de germinación de los cultivos (Vencill, 2002).

Es común que las gramíneas cultivadas con tolerancia a estos herbicidas requieren el uso de protectores en la semilla para evitar daños. Los daños de los inhibidores de brotes en gramíneas incluyen la distorsión de las hojas que no pueden extenderse normalmente al crecer, hojas quebradizas y de color verde oscuro. En las hojas anchas se observa el arrugamiento de hojas, la inhibición de crecimiento de la nervadura central y en general falta de desarrollo de las plántulas (Anderson, 1996).

Inhibidores de la fotosíntesis

Los inhibidores de la fotosíntesis pueden clasificarse en herbicidas móviles o sistémicos y herbicidas no móviles o de contacto. Los inhibidores de la fotosíntesis móviles incluyen a las familias químicas de las triazinas (atrazina, ametrina y prometrina), triazinonas (metribuzina y hexazinona), triazolinonas (amicarbazone), fenilureas (fluometuron, diuron y linuron) y uracilos (bromacil y terbacil) y los de contacto nitrilos (bromoxinil), benzotiadizoles (bentazon) y amidas (propanil) (Markwell *et al.* 2005). Los inhibidores de la fotosíntesis se utilizan principalmente para el control de malezas de hoja ancha pero tienen efectos sobre gramíneas.

El modo de acción de los inhibidores móviles de la fotosíntesis se caracteriza por la clorosis intervenal, que se transforma en necrosis, y empieza en los márgenes de las hojas. El mecanismo de acción de los inhibidores de la fotosíntesis es la interrupción del flujo de electrones en el fotosistema II, que

provoca la destrucción de la clorofila y los carotenoides, lo que causa la clorosis y la formación de radicales libres que destruyen las membranas celulares provocando la necrosis (Duke y Dayan, 2001).

Los herbicidas sistémicos de esta clase se aplican al suelo y se transportan en las plantas por el xilema. Por lo anterior, los síntomas se manifiestan primero en las hojas más grandes y viejas que consumen más agua. Estos herbicidas no previenen la emergencia de la maleza y su acción se manifiesta hasta que las plantas desechan sus cotiledones e inician la fotosíntesis. La selectividad de las triazinas y triazinonas se debe principalmente al metabolismo de los herbicidas por las plantas; en cambio, en las fenilureas y uracilos, la selectividad se debe principalmente a la ubicación del herbicida en el suelo, que debe estar fuera del área de absorción radical (Peterson *et al.* 2001).

Los herbicidas no-móviles de esta clase se aplican en postemergencia y tienen un transporte limitado dentro de la planta, por lo que requieren un cubrimiento total de la misma (Baumann *et al.* 1998), por lo que se deben aplicar en malezas pequeñas para lograr un buen control. La selectividad de los inhibidores de la fotosíntesis no-móviles se basa en la capacidad de las plantas tolerantes de metabolizar estos herbicidas en compuestos no tóxicos. En algunas ocasiones estos herbicidas causan quemaduras ligeras en las hojas de los cultivos tratados sin afectar las hojas nuevas.

Inhibidores de la síntesis de pigmentos

Los pigmentos de las plantas son compuestos que absorben la luz en ciertas regiones del espectro visible. Las longitudes de onda que no son absorbidas son reflejadas, por ello, la clorofila al absorber la luz en el espectro rojo y azul, refleja el verde, lo que da este color a las plantas. Los carotenoides son pigmentos de color amarillo y naranja que están asociados con la clorofila y la protegen al disipar el exceso de energía en las reacciones luminosas de la fotosíntesis (Devine *et al.* 1993). Los inhibidores de pigmentos inhibe la formación de carotenoides en las plantas que resulta en la destrucción de la clorofila. Este grupo de herbicidas incluye a las familias químicas: isoxazolidinonas (clomazone), triazoles (Amitrole), isoxazoles (isoxaflutole) y piridazinonas (norflurazon) (Peterson *et al.* 2001); benzoilciclohexanodionas (mesotrione y tembotrione) y benzoilpirazoles (topramezone).

El modo de acción de estos herbicidas incluye el albinismo en las plantas susceptibles, que en algunos casos desarrollan un color rosa a violeta, y la necrosis de las hojas y tallos. Las plantas susceptibles mueren al no poder realizar la fotosíntesis por la ausencia de la clorofila. Los inhibidores de pigmentos se absorben por las raíces y se transportan por el xilema hacia la parte aérea. Esta clase de herbicidas son usados para el control PRE y POST de hojas anchas y gramíneas anuales. La selectividad a este grupo de herbicidas es por metabolismo de los herbicidas a compuestos no tóxicos (Baumann *et al.* 1998).

Inhibidores de la síntesis de lípidos

Los lípidos son ácidos grasos esenciales para mantener la integridad de las membranas celulares y el crecimiento de las plantas. Los inhibidores de la síntesis de lípidos incluyen a las familias químicas: ariloxifenoxipropionatos (fluazifop-P, quizalofop- P, diclofop, clodinafop, haloxifop y fenoxaprop) y ciclohexanodionas (sethoxidim, clethoxidim y tralkoxidim) (Devine *et al.* 1993). Estos herbicidas actúan sólo sobre gramíneas y su modo de acción es la cesión del crecimiento, principalmente en las hojas del cogollo, que muestran clorosis y luego enrojecimiento de hojas y tallos, para posteriormente presentar necrosis. El daño a tejidos meristemáticos también se presenta en órganos vegetativos por lo que los inhibidores de lípidos son efectivos para el control de zacates perennes.

El mecanismo de acción de estos herbicidas es la inhibición de la enzima AcetilCoenzima-a carboxilasa (ACCase) en la síntesis de lípidos (Walker *et al.* 1989). Esta clase de herbicidas son usados principalmente para el control POST de zacates anuales y perennes en cultivos de hoja ancha. La selectividad de estos herbicidas es fisiológica, ya que la ACCase de las dicotiledóneas es insensible a su acción. Sin embargo el diclofop, clodanifop, fenoxaprop y el tralkoxidim, se utilizan para el control de gramíneas en cereales, al existir pequeñas diferencias en la ACCase del trigo que le otorga selectividad a estos herbicidas, esta selectividad se obtiene por el metabolismo del herbicida a compuestos no tóxicos (Vencill, 2002).

Inhibidores de la síntesis de aminoácidos

Existen varias familias de herbicidas que afectan la síntesis de aminoácidos, los cuales son esenciales para la formación de proteínas requeridas para el desarrollo y crecimiento de las plantas. Los inhibidores de la síntesis de aminoácidos pueden dividirse en inhibidores de aminoácidos ramificados e inhibidores de aminoácidos aromáticos (Nissen *et al.* 2005). El glufosinato es un herbicida que no se encuentra en las sub-clases mencionadas pero que afecta la síntesis de aminoácidos por lo que se discutirá aparte (Baumann *et al.* 1998).

Inhibidores de aminoácidos ramificados. Estos herbicidas incluyen las familias químicas: sulfonilureas (nicosulfuron, primisulfuron, prosulfuron, halosulfuron, metsulfuron, triasulfuron, clorimuron, foramsulfuron e iodosulfuron), imidazolinonas (imazethapir, imazaquin, imazethabenz e imazapir), triazolopirimidinas (flumetsulam y cloransulam) y pirimidiniltiobenzoatos (pirithiobac-sodio y bispirac-sodio) (Peterson *et al.* 2001). Estos herbicidas actúan sobre gramíneas y hojas anchas que los absorben por raíces y hojas y mueren en tres a cuatro semanas. Los síntomas de daño de estos herbicidas incluyen: clorosis y necrosis de los meristemas o puntos de crecimiento, pérdida de la dominancia apical, inhibición de raíces secundarias y achaparramiento.

El mecanismo de acción de estos herbicidas es la inhibición de la enzima Acetolactato sintasa (ALS) provocando que no se sinteticen los aminoácidos valína, leucina, e isoleucina, por lo que la planta no puede producir proteínas y muere. Esta clase de herbicidas son utilizados para el control de maleza de hojas anchas y gramíneas en una gran variedad de cultivos. Su selectividad es fisiológica y radica en la velocidad de detoxificación de las plantas tratadas. Su aplicación puede ser en presiembra, preemergencia o postemergencia pues son absorbidos por hojas y raíces y transportados por xilema y floema, sin embargo el método de aplicación es específico para cada herbicida. Por otra parte, la aplicación de insecticidas organofosforados dentro de 15 días a la aplicación de sulfonilureas reduce su selectividad en cultivos gramíneas al interferir con la enzima citocromo P450 responsable del metabolismo de estos herbicidas (Baumann *et al.* 1998).

Inhibidores de aminoácidos aromáticos. En esta sub-clase sólo se presenta el glifosato, herbicida postemergente y no selectivo que no tiene acción en el suelo, ya que se adsorbe rápidamente (Nissen *et al.* 2005). El glifosato es usado ampliamente para el control de maleza perenne con reproducción vegetativa ya que al ser altamente sistémico, se transporta a toda la planta. Las plantas tratadas presentan clorosis que se transforma en necrosis general en una o dos semanas después de la aplicación. El mecanismo de acción del glifosato es la inhibición de la enzima 5-enolpiruvilshikimato 3-fosfato sintetasa (EPSP) en el ciclo metabólico del ácido shikimico y bloquea la producción de los aminoácidos fenilalanina, tirosina y triptofano (Nissen *et al.* 2004). En los

últimos años se han generado mediante ingeniería genética cultivos resistentes o transgénicos al glifosato por medio de una enzima EPSP alternativa (Peterson *et al.* 2001).

Glufosinato. Es un herbicida no selectivo con acción postemergente de hojas anchas y gramíneas y que no tiene actividad en el suelo. Este herbicida causa clorosis en tres a cinco días, que se transforma en necrosis de las plantas tratadas en una a dos semanas. El glufosinato tiene un transporte limitado dentro de la planta y su acción es básicamente de contacto. Su mecanismo de acción es la inhibición de la enzima glutamina sintetasa en el metabolismo del nitrógeno. Al bloquear esta enzima se acumula amoníaco en las plantas lo que destruye las membranas celulares (Vencill, 2002).

Destruccion de membranas celulares.

Los destructores de membranas celulares incluyen a las familias químicas: bupiridilos (paraquat y diquat), difeniletors (acifluorfen, oxifluorfen, fomesafen y lactofen), aril triazolinonas (sulfentrazone y carfentrazone) y fenil-ftalimidias (flumiclorac y flumioxazin). Su acción principal es de contacto en postemergencia y son activados al exponerse a la luz para formar compuestos a partir del oxígeno como el oxígeno simple, el radical libre de hidroxilo y el peróxido de hidrógeno. Estos compuestos destruyen las membranas celulares rápidamente y causan la necrosis de los tejidos. Por su mecanismo de acción

esta clase de herbicidas pueden dividirse en aceptores de electrones e inhibidores de la enzima protoporfirinogeno oxidasa (PPO oxidasa).

Aceptores de electrones. Esta sub-clase incluye sólo a los bipyridilos, herbicidas fuertemente catiónicos o con carga positiva que en la presencia de la luz causan marchitez de las hojas en minutos, que evoluciona a clorosis y luego necrosis en pocas horas. Debido a que son fuertemente adsorbidos a las arcillas del suelo, los bipyridilos no tienen actividad en el suelo o control preemergente de maleza. El mecanismo de acción de los bipyridilos es la aceptación de electrones en el fotosistema I y la formación de compuestos de oxígeno que destruyen las membranas celulares (Duke y Dayan, 2001). El efecto de estos herbicidas es de contacto, por lo que en malezas perennes se limita a la parte aérea y no se transporta a los órganos vegetativos. Los bipyridilos no son selectivos, pero el paraquat es utilizado en cacahuate al momento de su emergencia, pues este cultivo tiene una cutícula gruesa que evita los daños de este herbicida (Gusolus y Curran *et al.* 1996).

Inhibidores de la enzima PPO oxidasa. En esta sub-clase se incluyen a las familias químicas difenéteres, triazolinonas, oxadiazoles y N-fenil-italimidas (Peterson *et al.* 2001). Estos herbicidas tienen acción foliar y en el suelo, controlan principalmente malas hierbas de hoja ancha. Sus síntomas de daño incluyen la clorosis y posterior necrosis de hojas y tallos. Su mecanismo de acción es la inhibición de la enzima PPO oxidasa en la biosíntesis de la clorofila

lo que origina la formación de oxígeno simple (1O_2) que causa la destrucción de las membranas celulares y la muerte de la planta (Kunet *et al.* 1987).

Selectividad herbicida

Los herbicidas han progresado de tal manera que en la actualidad se dispone de productos más específicos que controlan solamente las malezas sin afectar el cultivo, precisamente los herbicidas selectivos son aquellos que aplicados en determinadas dosis y bajo ciertas condiciones, afectan a determinadas plantas y a otras no (Somecima, 1986). Por su parte Gómez (1993) define la selectividad como la propiedad que tiene un herbicida para destruir o afectar a determinadas plantas (maleza o cultivo), sin perjudicar a otras. La reacción de una planta ante la aplicación de un herbicida es la medida de su susceptibilidad a esto, la cual puede variar desde una respuesta nula hasta la aparición de profundas alteraciones o la muerte de la planta. Esto permite una clasificación (maleza-cultivo) en los siguientes grados:

- a) Resistentes
- b) Tolerantes
- c) Medianamente susceptibles
- d) Altamente susceptibles

Tipos de selectividad

Por escape

Se basa en que los herbicidas no causan daño al cultivo porque se distribuyen en tal forma que no entran en contacto con la planta, de manera que ésta se escapa al herbicida (Somecima, 1986).

Bioquímica

Este tipo de selectividad se considera la más segura en los cultivos y es una acción de enzimas afines a la molécula herbicida, la cual es modificada por éstas en el interior de la planta, implicando por lo general una disminución fitotóxica considerable del herbicida (Anderson, 1983).

Morfológica

La morfología de una planta es de suma importancia para presentar selectividad con respecto a un herbicida específico. Estas características son la raíz, posición de las yemas, pubescencia, propiedades de las hojas, etc., las que impiden la absorción en cantidades suficientes del herbicida para ejercer su acción (Klingman y Ashton, 1980).

Fisiológica

La fisiología de una planta determina la cantidad de herbicida que absorbe esta, así como la mayor o menor translocación del producto (Klingman y Ashton, 1980).

Antídoto

Es un producto que se aplica a la semilla del cultivo antes de sembrarse y que la protege posteriormente de la acción de un herbicida al cual, sin el antídoto, sería poco tolerante. Los antídotos se usan para poder eliminar aquellas malezas que si se atacaran con herbicida sin antídoto se dañarían al cultivo; se han probado antídotos para diversos herbicidas. A la fecha unos pocos son ya comerciales como el R-25788 que protege al maíz tratado con el de la acción de los herbicidas carbámicos pudiéndose elevar la dosis para atacar al coquillo o al zacate johnson (Rojas y Vázquez, 1995).

Factores que determinan el uso de los herbicidas

González *et al.* (1993) mencionan que existen una serie de materias activas que pueden actuar como herbicidas y cuya efectividad sobre las malezas y fitotoxicidad al cultivo depende de varios factores:

- Fase de desarrollo del cultivo
- Estado fisiológico de la planta

- Momento de aplicación en la planta
- Tipo de suelo
- Modo de acción del herbicida
- Condiciones ambientales
- Humedad del suelo
- Uso continuo de un mismo herbicida
- Tipo de maleza

Los plaguicidas en el medio ambiente y desarrollos futuros

El uso creciente de diversos tipos de plaguicidas en el mundo ha conducido a un mayor énfasis en la posibilidad de una severa contaminación ambiental surgida por su uso. Después de la segunda guerra mundial ha existido una expansión en el uso de herbicidas químicos como sustituto de los medios mecánicos antiguos para el control de malas hierbas. Desafortunadamente, estos herbicidas tenían un alto grado de toxicidad para los mamíferos, y los residuos tóxicos permanecían en el suelo por mucho tiempo.

Existen ahora una mayor concientización de los daños ambientales ocasionados por la aplicación extensiva de plaguicidas químicos, por lo que hoy, los productos químicos que se pretende utilizar como plaguicidas tienen que pasar por pruebas cada vez más estrictas en relación con la toxicidad y

formación de residuos, antes de que puedan ser comercializados como plaguicidas en muchos países. Esto se ha enfocado sobre la generación de nuevas sustancias que sean cada vez más seguras y selectivas en su acción (Cremlyn, 1982).

Cultivos transgénicos resistencia a herbicidas

A través de la ingeniería genética se ha logrado la inclusión de resistencia a herbicidas que comúnmente se emplean en el control de malezas de los principales cultivos de granos. La relevancia de las variedades de cultivos resistentes a herbicidas aumenta día con día en la producción de alimentos a nivel mundial. Desde su introducción al mercado, este rasgo ha sido el más aceptado por los agricultores. En consecuencia, alrededor del mundo existen variedades transgénicas cultivadas de alfalfa, arroz, betabel, colza, caña de azúcar, girasol, maíz, tabaco y trigo que son resistentes a un tipo particular de herbicida (Solleiro, 2007).

Control químico de la maleza en maíz

Luke (2002) realizó un trabajo para evaluar la tolerancia de genotipos de maíz a herbicidas selectivos en Sudáfrica, encontrando diferencias en los genotipos a la tolerancia a los herbicidas, donde algunos genotipos resultaron con daños gravemente por ciertos herbicidas, mientras que otros no se vieron afectados por el mismo herbicida; los resultados encontrados sugieren que las

bajas temperaturas reducen la tolerancia del maíz a los herbicidas, especialmente las acetanilidas, los resultados indican que es posible mejorar la tolerancia al metazaclor por líneas de padres con genes dominantes para la tolerancia al metazaclor, la tolerancia diferencial a los herbicidas en maíz hace necesaria la detección de todos los genotipos a los herbicidas registrados para recomendar solo herbicidas adecuados para el genotipo de maíz específico.

Pataky *et al.* (2008) evaluaron 149 híbridos de maíz dulce en seis localidades diferentes para la tolerancia a la respuesta al citocromo P450 en tres herbicidas nicosulfuron, foramsulfuron y mesotrione, la respuesta de los híbridos mostró diferencias dentro y entre las localidades, el estudio consistió en determinar si los alelos que afectan la sensibilidad a herbicidas se asocian con diferencias en los niveles de daño a los híbridos de maíz dulce basado en la respuesta de la progenie F₂, en base a la respuesta de los 149 híbridos, el potencial y el nivel de daño al cultivo en el uso de nicosulfuron, mesotrione y foramsulfurón en cualquier híbrido de maíz dulce específica está condicionada en gran medida por alelos en un solo lugar.

Grossmann y Ehrhardt (2007) estudiaron el mecanismo de acción y selectividad del herbicida topamezone en *Setaria faberi*, *Sorghum bicolor*, *Solanum nigrum* y el cultivo de maíz, y en 2 a 5 días después del tratamiento, topamezone causó fuertes efectos fotoblanqueo, seguido de la muerte de las plantas de las malas hierbas, el herbicida inhibió la actividad de la enzima 4 HPPD *in vitro*, la actividad de la enzima en maíz fue de aproximadamente 10

veces menos sensibles y encontraron que el metabolismo de la aplicación foliar de topramezone era mucho más rápida en el maíz que en las malas hierbas, por lo que concluyeron que el metabolismo más rápido combinado con una menor sensibilidad de la enzima 4 HPPD contribuye a la tolerancia del maíz a topramezone.

Koepe *et al.* (2000) realizaron un estudio para analizar la selectividad al herbicida rimsulfuron para su uso en postemergencia en maíz para controlar gramíneas y algunas malezas de hoja ancha. El sitio de acción de rimsulfuron es la enzima acetolactato sintasa (ALS), una enzima en la biosíntesis de aminoácidos. En el que encontraron una buena correlación entre la tasa de metabolismo de las plantas y la tolerancia al herbicida. El estudio del metabolismo de la planta demostró que el maíz tolerante a rimsulfuron metaboliza rápidamente con menos de 1 h, mientras que las especies sensibles *Sorghum halepense*, *Amaranthus retroflexus* y *Digitaria sanguinalis* metaboliza lentamente el rimsulfuron con 38, 48 y 27 h, respectivamente. La principal vía metabólica para rimsulfuron en el maíz involucra la hidroxilación en el anillo de la pirimidina, seguida por la conjugación de la glucosa. Ambos metabolitos son inactivos que se traduce en la detoxificación del herbicida. El metabolismo de rimsulfuron en el maíz es también dependiente de la temperatura, teniendo una velocidad máxima a 25 - 30 ° C y menores tasas a temperaturas superiores e inferiores. Se concluye que la base de la tolerancia del maíz a rimsulfuron es la inactivación metabólica rápida.

Kreuz y Fonné (1992) evaluaron la interacción del herbicida del grupo de las sulfonilureas como primisulfuron con el insecticida organofosforado malation, el efecto del insecticida sobre el metabolismo del primisulfuron se estudio en plantas enteras, hojas cortadas y en sistema microsomal *in vitro*, concluyendo que el malation afecta la tolerancia al primisulfuron en el maíz debido a la inhibición del citocromo P450 monooxigenasas implicadas en el metabolismo del herbicida.

Vyn *et al.* (2006) evaluaron el control de *Amaranthus tuberculatus* var. *rudis* con herbicidas postemergentes en maíz. *Amaranthus tuberculatus* ocasiona pérdidas de hasta un 38% en el rendimiento, ya que es resistente a algunos herbicidas. Mencionan que la selección de herbicidas tendrá que ser específica en función del patrón de resistencia de *A. tuberculatus* en cada sitio.

Urzúa (2007) menciona que realizó un estudio en el control de zacate bermuda (*Cynodon dactylon*) en el cultivo de maíz bajo labranza cero en Chapingo, México; en el que utilizó herbicidas en presiembr no selectivos (glifosato o paraquat) y la aplicación posterior de herbicidas selectivos (mesotrione, topramezone y tembotrione); el cual concluyó que la mejor combinación fue la aplicación de paraquat en presiembr, seguida por tembotrione o topramezone en postemergencia.

Medina *et al.* (2009) evaluaron la mezcla de los herbicidas Laudis + Maister en postemergencia al cultivo de maíz, y su fitotoxicidad residual sobre los

principales cultivos que entran en rotación en el estado de Guanajuato, por lo que no encontró fitotoxicidad sobre el cultivo de maíz y tampoco en los cultivos en rotación trigo, cebada, sorgo, jitomate, tomate de cascara, cebolla, brócoli, chile y papa.

Baghestani *et al.* (2007) evaluaron la eficacia de algunos herbicidas de doble propósito (nicosulfuron, foramsulfuron y rimsulfuron) y convencionales (2,4-D y MCPA) como patrón de referencia en el control de malezas para evaluar la respuesta productiva del maíz. Los resultados indicaron que nicosulfuron a dosis de 80 g de i.a ha⁻¹ y foramsulfurón a dosis de 562.5 g i.a ha⁻¹ proporcionan un control satisfactorio de las malezas de hoja ancha y gramíneas en el maíz. La aplicación de nicosulfuron a 80 g de i.a ha⁻¹ mostró la mayor producción de maíz. Sin embargo, 2,4-D y MCPA presentaron el menor rendimiento de grano entre todos los tratamientos.

Esqueda *et al.* (2009) realizaron un estudio en el que evaluó la efectividad de aminopyralid + 2,4-D, sobre especies de malezas en pastizales en el control de malezas herbáceas y arbustivas, como una alternativa de control químico a los ya conocidos (picloram + 2,4-D) a cierta especie que han desarrollado biotipos con resistencia al picloram, y concluyo que aminopyralid + 2,4-D mostró efectividad semejante o superior a los herbicidas utilizados comercialmente, además de que no causo efecto sobre los pastos.

Alister y Kogan (2005) evaluaron la eficacia de los herbicidas imidazolinona aplicados a maíz resistente a imidazolinonas con el fin de evaluar la residualidad en los cultivos de rotación de dos mezclas de herbicidas formulados con imidazolinona: imazapyr plus más imazapic e imazapyr plus más mazetapir. Las especies de malezas que fueron controladas son: *Setaria sp.*, *Chenopodium album*, *Solanum sp.*, *Amaranthus retroflexus*, *Digitaria sanguinalis* y *Echinochloa crus-galli*, mientras que *Eragrostis sp.* no se pudo controlar. La actividad de los herbicidas (prórroga) en el suelo se detectó hasta más de 10 meses después de la aplicación, la mezcla imazapyr imazapic resulto ser el más persistente. La sensibilidad de mayor a menor en los cultivos en rotación son: *Beta vulgaris*, *Capsicum annum*, *Lycopersicum esculentum*, *Cucumis melo*, *Hordeum vulgare*, *Medicago sativa*, *Lolium multiflorum*, *Avena sativa*, *Pisum sativum*, *Allium cepa* y *Zea mays*.

Características de los herbicidas utilizados

Laudis

Nombre comercial: Laudis

Nombre común: Tembotrione + Isoxadifen etil

Nombre químico:

Tembotrione: 2-[2-cloro-4-metil-3-[(2,2,2-trifluoroetoxi)metil]benzoil]ciclohexano-1,3-diona

Isoxadifen etil: 4,5-dihidro-5,5-difenil-1,2-oxazol-3-ácido carboxílico

Clase química: Benzoilciclohexaneidonas (Triketonas)

Formulación: Suspensión concentrada

Características: Se aplica siempre en combinación con el protectante isoxadifen-etil, para excluir una eventual incompatibilidad con el cultivo. Es un efectivo inhibidor de la enzima 4-hidroxi-fenilpiruvato dioxigenasa (HPPD) y, en consecuencia, bloquea la biosíntesis de las prenilquinonas en las plantas. Los primeros efectos, antes de la aparición de los síntomas visibles de fitotoxicidad, consisten en una reducción de los niveles de tocoferoles y plastoquinona en el tejido de las plantas y del rendimiento de la fotosíntesis. La inhibición indirecta de la fitoeno desaturasa como consecuencia del bloqueo de la biosíntesis de la plastoquinona conduce a una disminución en los niveles de carotenoides en particular en las hojas jóvenes en desarrollo. Esta disminución en los niveles de carotenoides son la causa de los síntomas típicos de la decoloración foliar: clorosis. Por otra parte cuando las moléculas de clorofila están sometidas a una alta intensidad lumínica no están suficientemente protegidas y terminan por ser destruidas. Cuando se aplica al follaje un alto porcentaje del ingrediente activo penetra rápidamente en la planta y se mueve en su interior por el floema y xilema. De la parte que cae al suelo únicamente en una pequeña proporción penetra en la planta a través de las raíces. La tolerancia del maíz al tembotrione en combinación con el protector isoxadifen etil se puede atribuir claramente a que es metabolizado más rápidamente por el maíz que por las dicotiledóneas sensibles y las especies gramíneas.

Tronador

Nombre comercial: Tronador

Nombre común: Aminopyralid + 2,4-D

Nombre químico:

Aminopyralid: Ácido 4-amino-3,5,6-tricloropicolínico

2,4-D: Ácido 2,4-diclorofenoxiacético

Clase química: Derivado del Ácido Picolínico y fenóxidos

Formulación: Concentrado soluble

Modo de acción:

Aminopyralid: Hormona sintética perteneciente al grupo de los ácidos piridin carboxílicos. Halopiridina sistémica de rápida absorción foliar y radical, móvil a través del xilema y del floema, con actividad herbicida postemergente y buen efecto residual, de amplio espectro. Su empleo está indicado para el control de malas hierbas anuales, bienales y perennes de hoja ancha. Herbicida con actividad auxínica, perteneciente a la familia de las auxinas sintéticas, capaz de actuar sobre los mecanismos que regulan el crecimiento vegetativo de las plantas, alterando las rutas metabólicas. En las especies de plantas sensibles induce una reacción epinástica (entre otras estimula la elongación celular y la prematura senescencia, principalmente en los tejidos meristémicos) que lleva al cese del crecimiento y a un rápido necrosamiento. Su efecto residual, dependiente de la dosis aplicada, le permite controlar reinfestaciones, por lo que se reduce la necesidad de realizar otro tratamiento. Ofrece un control efectivo de malas hierbas de hoja ancha en una amplia variedad de situaciones

de cultivos, incluyendo praderas, plantaciones, cereales (trigo) y terrenos sin cultivo.

2,4-D: se absorbe por la raíz y hoja transportándose por xilema o floema. Se acumula en las regiones de crecimiento induciendo malformaciones como alargamiento y retorcimiento de tallos y peciolo. La acción auxínica fundamental se acepta que es sobre el DNA y de modo indirecto sobre la síntesis de enzimas. En general matan a las especies de hoja ancha y no dañan a las de hoja angosta (gramíneas, ciperáceas, liliáceas, etc). La selectividad es fundamental de tipo bioquímico y depende además del estado de desarrollo de la planta y de la concentración (Rojas y Vázquez, 1995).

Finale

Nombre comercial: Finale

Nombre común: Glufosinato de amonio

Nombre químico: Amonio DL-homoalanina-4-il (metil)fosfinato

Clase química: Glicina/ácido fosfínico

Formulación: Solución acuosa

Modo de acción: Herbicida no selectivo, primariamente de contacto, con acción sistémica parcial. Absorbido principalmente por las hojas y en menor medida por las partes verdes de los tallos. Las plantas que no hayan emergido no son dañadas. No hay acción por vía radical en plantas ya emergidas. Ejerce un ligero efecto de traslocación que varía de unas especies a otras. Glufosinato es un inhibidor de la glutamina sintetasa, una enzima que cataliza la combinación de ácido glutámico y amoníaco. Esto conduce a una acumulación de amoníaco

(de 50 a 70 veces los valores normales), fuertemente citotóxico en las células. Al mismo tiempo, impide la síntesis de L-glutamina, básica para la formación de proteínas. Los síntomas de daños se inician a los 2-5 días con decoloraciones amarillo-pálidas de las partes verdes de la planta. A los 5-10 días, según condiciones climáticas, se produce el desecamiento total de las partes aéreas de la maleza.

Marvel

Nombre comercial: Marvel

Nombre común: Dicamba + Atrazina

Nombre químico:

Dicamba: Sal de potasio de ácido 3,6-dicloro-2-metoxibenzoico

Atrazina: 6-cloro-N²-etil-N⁴-isopropil-1,3,5-triazina-2,4-diamina

Clase química: Acido Benzoico Sustituido/Atrazina

Formulación: Suspensión acuosa

Características:

Dicamba: Herbicida sistémico, de pre-emergencia y post-emergencia que es absorbido tanto por las partes aéreas como por las raíces de las plantas. Se trasloca fácilmente por el floema y por el xilema y tiende a acumularse en las zonas de alta actividad metabólica como son los tejidos meristemáticos. Esta propiedad sistémica junto con un periodo residual corto en el suelo, hacen de él un producto versátil para el control de las malezas de hoja ancha, ya sean anuales o perennes. Su modo de acción es desconocido, pero se cree que

interfiere en el crecimiento y desarrollo celular ya que es una auxina sintética y sustituye a las auxinas naturales, y en la fase catabólica de la glicolisis anaerobia. Los síntomas típicos fitotóxicos, como anormalidades en la floración, deformación de hojas y brotes, indican que afecta al transporte o actividad de las auxinas. Su efecto sobre la síntesis de enzimas es débil, como los herbicidas ariloxi alcanólicos interrumpe el metabolismo de los ácidos nucleicos.

Atrazina: Triazina con actividad herbicida que actúa por vía radical, menos por vía foliar, se trasloca en sentido acrópeto por el xilema y se acumula en los meristemas apicales y en las hojas impidiendo la fotosíntesis en la fase de absorción del CO_2 , en la reacción de Hill y otros procesos enzimáticos. Su modo de acción demuestra que compite con la plastoquinona para enlazarse a la proteína Q_B , proteína 32-kDa, en el fotosistema II. No impide la germinación pero mata la hierba después de ser absorbida. Su persistencia es superior a 3 meses. En las plantas tolerantes la atrazina se metaboliza rápidamente a hidroxiatrazina, su principal metabolito, y conjugados aminoácidos, con posterior descomposición de la hidroxiatrazina por degradación de las cadenas laterales e hidrólisis de los aminoácidos resultantes en el anillo. En las plantas sensibles la atrazina se acumula inalterada produciendo clorosis y muerte.

Concepto de semilla

Moreno (1996) comenta que en términos agronómicos y comerciales se conoce como semilla a toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas que se emplean en las siembras agrícolas. Desde el punto de vista

botánico, una semilla verdadera es un embrión en estado latente, acompañado o no de tejido nutritivo y protegido por el episperma.

Hartmann y Kester (1988) menciona que en las angiospermas, la semilla botánicamente es el óvulo maduro encerrado dentro del ovario maduro o fruto y que está compuesta de tres partes principales: el embrión, los tejidos de almacenamiento de alimentos y las cubiertas de la semilla.

Por su parte, Camacho (1994) define a la semilla en un sentido botánico, como un óvulo fecundado, independiente de la planta madre, que ha madurado hasta adquirir la diferenciación y capacidad fisiológica para originar un nuevo vegetal.

Calidad de la semilla

Moreno (1996) comenta que la pureza física, junto con la pureza varietal, la germinación, el vigor, la sanidad y el contenido de humedad definen la calidad de la semilla.

Calidad Fisiológica

Delouche (1986) menciona que la calidad fisiológica de la semilla lleva atributos intrínsecos que determinan su capacidad para germinar y emerger rápidamente y para producir plantas vigorosas estándares y uniformes

bajo condiciones de campo que se presentan durante la época de cultivo. La calidad de la semilla es un concepto múltiple que comprende varios atributos como son la pureza de especies, pureza varietal, capacidad de germinación, vigor, tamaño de la semilla, pureza física, sanidad y contenido de humedad (Thomson, 1979). Por su parte, Flores (2004) coincide que las principales características que determinan la calidad en semillas son: la genética, sanidad, pureza, poder germinativo, contenido de humedad, peso de mil semillas y peso volumétrico. Además menciona que otros atributos que se reconocen son: integridad física (ausencia de daño mecánico), ausencia de latencia, composición química, etc. Las características antes mencionadas se han agrupado en cuatro componentes: genético, fisiológico, sanitario y físico, por lo que la suma de los componentes anteriores es lo que otorga la calidad a una semilla.

McDonald (1982) reporta diferencias significativas atribuibles al tamaño de la semilla en el primer conteo en las pruebas de germinación, prueba fría envejecimiento acelerado y emergencia en campo, explica como las semillas pequeñas se imbiben más rápidamente por lo que se inicia más pronto los procesos de germinación, aquí surge el detalle de estudiar si este comportamiento no es afectado por el consumo más rápido de las pocas reservas que poseen estas semillas. Verdugo (2005) realizó un experimento en semilla de frijol y comenta que las semillas de mayor tamaño presentaron mayor vigor que las semillas pequeñas, mas sin embargo, aunque en la prueba de germinación no hubo diferencias significativas, observo que las semillas pequeñas germinaron más pronto al primer conteo (5 días).

Funk *et al.* (1962) encontraron que las características de la mazorca como longitud y altura de mazorca, granos por carrera, diámetro y peso de granos por mazorca están muy relacionadas con la calidad de la semilla cuando fueron sometidas a pruebas de vigor.

Hunter y Kannenberg (1972) encontraron que el tamaño de la semilla en su efecto en campo no es tan significativo, y que la condición de varios factores climáticos es tan variada en los distintos lugares de cultivo, que es más significativo un buen establecimiento en campo.

Quintana (1992) realizó pruebas de calidad física y fisiológica en semilla híbrida de maíz, la cual clasifico en relación a su forma y tamaño, y encontró que el tamaño de la semilla fue lo que mayormente afectó la calidad, y encontró que el peso seco de plántula es el mejor indicador de vigor, complementándolo con ensayos de envejecimiento acelerado, prueba fría y emergencia, por lo que en materiales de alta calidad fisiológica es recomendable su implementación para detectar pequeñas diferencias.

Martínez (1989) realizó un experimento en el que encontró que las semillas planas, grandes y pesadas de maíz muestran mayor calidad que las de menor tamaño y peso, ya que presentaron mayor peso seco de plántulas y porcentaje de germinación.

Valencia (2005) evaluó el efecto de la morfología de la semilla de maíz bajo condiciones de envejecimiento artificial, en el cual encontró variación muy marcada entre las diferentes formas y tamaños de la semilla en la calidad fisiológica, en el cual concluyó que la semilla plana grande presentó mayor vigor, y que la semilla grande ya sea plana o redonda presenta mayor vigor que la semilla de tamaño chico, corroborando que si influye el tamaño de la semilla en la calidad de esta.

Vigor

La ISTA (1996) indica que el vigor es la suma de todas las propiedades de la semilla que determinan el nivel de actividad y comportamiento de la misma durante la germinación y emergencia de la plántula. Mientras que la AOSA (1993) indica que el vigor comprende aquellas propiedades de la semilla que determinan el potencial para una rápida, uniforme emergencia y desarrollo de la plántula normal, bajo una amplia variación de condiciones de campo.

Moreno (1996) menciona que evaluar el vigor de la semilla es de gran utilidad, ya que la calidad está principalmente determinada por la germinación y el establecimiento de las plántulas en campo, y esto depende en gran medida del vigor. Por su parte, Douglas (1982) menciona que el vigor es lo que le permite a la semilla recién sembrada germinar rápidamente dentro de una gama de condiciones.

Hay semillas que germinan desarrollando radícula y plúmula, pero no tienen la fuerza potencial suficiente para establecer una plántula en condiciones de campo, por lo que el vigor, es un indicador manifiesto, más allá del resultado de una prueba de germinación y está asociado con la capacidad de almacenamiento, rapidez y uniformidad de emergencia en campo, aun en condiciones no muy favorables, el resultado del análisis de vigor es expresado en forma cualitativa con expresiones como de alto , medio y bajo. El principio general de este tipo de ensayos es el someter a la semilla a estrés y a condiciones adversas para evaluar su potencial.

Germinación

La ISTA (1996) señala que la germinación es la emergencia y desarrollo de la plántula a un estado donde el aspecto de sus estructuras esenciales indican si son o no capaces de desarrollarse en una planta satisfactoria y productiva bajo condiciones favorables de suelo y clima. Mientras que la AOSA (1993) menciona que la germinación es la emergencia y desarrollo de las estructuras esenciales del embrión y es indicadora de la habilidad para producir una planta normal bajo condiciones favorables.

Moreno (1996) define a la germinación como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión, y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables. Mientras que Camacho (1994) menciona que la

germinación es el proceso mediante el cual un embrión adquiere el metabolismo necesario para reiniciar el crecimiento que la convertirán en una planta adulta.

El objetivo de la germinación es determinar con anticipación a la siembra el potencial de la semilla para convertirse en plantas normales y lograr en campo una emergencia de plántulas uniforme, asegurando así la densidad de población deseada.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

Localización

La etapa de campo o producción se llevo a cabo en la localidad de Sayula, Jalisco, en los lotes de producción comercial de semilla híbrida de la compañía Dow AgroSciences. La cual se encuentra ubicado en las coordenadas 103°27'56" y 103°46'05" de longitud oeste y de 19°47'55" a los 19°56'05" de latitud norte, con una altitud de 1,360 msnm, con una temperatura media anual de 20.9°C y tiene una precipitación media anual de 810.9 mm.

Material vegetativo

Se utilizaron dos híbridos mejorados de la compañía semillera Dow AgroScienses de cruza simple, los cuales se denominaron DAS H1 y DAS H2 respectivamente

Conducción del experimento

El presente trabajo se realizó en el ciclo primavera verano del 2009, la preparación del terreno consistió en: barbecho y rastreo cruzado, la siembra se realizó con una sembradora Monosem de precisión. Para la cruza DAS H1, el 20 de junio 2009 se sembró el primer macho, posteriormente a los 5 y 8 días el segundo macho y las hileras de hembras respectivamente; y la cruza DAS H2 se sembró primeramente las hileras de hembras con fecha 11 de julio 2009 y a los 3 y 6 días después se sembró el primero y segundo macho respectivamente. La relación hembra-macho fue de 6:2 con una distancia entre surcos de 75 cm; además se contaba con sistema de riego, aunque éste solo se utilizó solo si las lluvias no proporcionaban el agua suficiente durante el ciclo, la dosis de fertilización fue de 252-68-68 aplicándose la mitad del nitrógeno y el total del fosforo y potasio a la siembra y el resto del nitrógeno 35 días después. Para el control de plagas se utilizó el producto Disparo (clorpirifos etil) para el control de gusano cogollero y la nutrición se reforzó con el producto Guanofol 3 lt ha⁻¹ en aplicación foliar, todo el manejo agronómico fue por parte del agricultor, basándose en las recomendaciones de los técnicos de la empresa.

Tratamientos

La aplicación de los tratamientos a evaluar (Cuadro 3.1) se realizó en una sola aplicación en postemergencia y en la etapa vegetativa V5 del cultivo, que coincidió cuando la maleza alcanzó una altura aproximada de 10 cm. Para

tal efecto se utilizó una aspersora de mochila con capacidad de 15 litros y una boquilla de abanico plano Tee jet 8003 calibrada para asperjar 250 litros por hectárea.

Cuadro 3.1. Tratamientos evaluados en el control de maleza en el cultivo de maíz en Sayula, Jalisco. 2009.

| Tratamiento (nombre comercial) | Dosis de material comercial por ha. |
|--------------------------------|---|
| 1. Laudis* | 300 ml ha ⁻¹ |
| 2. Tronador + Atrazina 90% | 1 Lt ha ⁻¹ + 1 Kg ha ⁻¹ |
| 3. Finale | 1.5 Lt ha ⁻¹ |
| 4. Marvel | 2.5 Lt ha ⁻¹ |
| 5. Testigo sin aplicación | ----- |

*300 ml de Laudis + 1 litro de Dyne-Amic + Sulfato de amonio al 2 %

NOTA: La aplicación de Finale fue en banda con campana dirigida a la maleza, el resto de los herbicidas fue aplicación total.

El tamaño de la unidad experimental fue de seis surcos de cuatro metros de longitud con una distancia entre surcos de 0.75 metros, dando un área de 18 m² por unidad experimental (360 m² de superficie total).

Etapas de Laboratorio

La segunda etapa del trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Ensayo de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; la cual se encuentra localizada en Saltillo, Coahuila, a una latitud de 25° 13' 48", una longitud de 101° 01' 48" y una altura de 1743 metros sobre el nivel del mar.

Variables evaluadas

Variables Agronómicas

Para evaluar el efecto de cada uno de los tratamientos y obtener una estimación de las diferentes especies de malezas en el experimento, se utilizó de manera aleatoria un cuadro de 50 x 50 cm, este sitio se marcó para hacer las evaluaciones posteriores, y determinar los siguientes parámetros: diversidad y densidad poblacional, fitotoxicidad y control de malezas.

Diversidad y densidad poblacional

Se determinó el día de la aplicación de los tratamientos, en todas las repeticiones de los tratamientos y en el testigo sin aplicación para determinar la población de malezas en el cuadrante y hacer su conversión en malezas por ha, así como su identificación para obtener la diversidad de malezas encontradas.

Control de malezas (%)

Se evaluó mediante muestreos cuantitativos por especie a los 7, 14, 30 y 45 días después de la aplicación de los tratamientos en el cuadrante mencionado, para comparar la densidad poblacional por especie de maleza presente en cada tratamiento herbicida, con el correspondiente al testigo sin aplicación para cada fecha de evaluación.

Fitotoxicidad

Esta se determinó a los 7 y 15 días después de aplicados los tratamientos de acuerdo a la escala de puntuación de la EWRS (European Weed Research Society) tomando en cuenta el daño foliar del cultivo en forma visual (Cuadro A.1).

Altura de la planta

Esta característica se determinó en 30 plantas tomadas al azar antes de la cosecha, midiendo en centímetros desde la base del tallo, hasta la inserción de la última hoja (hoja bandera).

Altura de la mazorca

Esta característica se tomó en las mismas plantas, a las cuales se les determinó la altura de planta y se tomaron desde la base del tallo al nudo donde se inserta la mazorca principal.

Rendimiento

Se cosecharon 30 plantas marcadas por unidad experimental, para las diferentes variables, las cuales fueron marcadas al azar en la etapa de desarrollo para no influir en los datos, estas 30 mazorcas cosechadas se

desgranaron por separado para cada una de las repeticiones de cada tratamiento y se le realizó la limpieza de la semilla obtenida para separar las impurezas, posteriormente se procedió a pesar la semilla obtenida de la limpieza para posteriormente determinar mediante una transformación el rendimiento en toneladas por hectárea de cada uno de los tratamientos.

Clasificación de la semilla

La semilla cosechada de cada uno de los genotipos se separo de acuerdo a su forma y tamaño por medios de cribas manuales con el siguiente procedimiento.

Forma. Para separar la semilla en plana y bola se utilizó una criba de perforaciones oblongas con dimensiones de $13/64''$ (5.15 mm) x $3/4''$ (19.05 mm). Considerándose semilla plana la que paso a través de la criba, siendo la semilla redonda la que se retuvo en la misma.

Tamaño. Este parámetro se realizó manualmente utilizando las siguientes cribas: $24/64''$ (9.52 mm), $22/64''$ (8.73 mm), $20/64''$ (7.93 mm), $18/64''$ (7.14 mm), $16/64''$ (6.35 mm) y $14/64''$ (5.55 mm) conocidas por 24, 22, 20,18, 16 y 14. Para esto se colocaron las cribas de mayor a menor tamaño una sobre la otra, se realizaron movimientos circulares y la semilla fue pasando por estas. La semilla que queda sobre la criba será determinada por el tamaño de la criba

usada, posteriormente se pesó lo que se quedó en cada criba para obtener la cantidad de cada tamaño por unidad experimental.

Variables de laboratorio

Germinación estándar (GS)

Se realizó conforme a las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA, 1996). El método que se empleó fue entre papel (EP), para lo cual se colocaron cuatro repeticiones de 25 semillas tomadas al azar para cada tratamiento (de acuerdo a la forma y tamaño de la semilla) en toallas de papel anchor húmedo, enrollándose para formar los llamados “tacos”. Posteriormente se colocaron en la cámara de germinación a una temperatura de 25 ± 1 °C, realizándose un conteo a los seis días, registrándose las plántulas normales, anormales y semillas sin germinar.

Prueba de envejecimiento acelerado (EA)

Se utilizó una cámara de envejecimiento acelerado con condiciones de 42 °C y una humedad relativa de 100 por ciento. La cámara interna constó de un vaso de precipitado de 600 ml de agua en donde se colocaron 100 semillas en una malla de alambre, sostenidas por un soporte en el interior y tapándose con papel aluminio y plástico sosteniéndolas con ligas. El tiempo que

permanecieron en estas condiciones fue de cuatro días, al finalizar el período se sacó las semillas y se realizó una prueba de germinación estándar.

Longitud media de plúmula (LMP)

Las plántulas utilizadas para determinar la longitud media de plúmula provienen de la prueba de germinación estándar a los seis días, las cuales se midieron las longitudes de las plúmulas que están situadas en cada línea paralela solo de las plántulas normales, la longitud se dividió entre el número de plántulas normales , obteniendo así el promedio de ellas.

Peso seco de plúmula (PSP)

Para la estimación de esta variable, se tomaron las plántulas normales provenientes de la prueba de germinación estándar de cada repetición, se separaron la plúmula de los restos de la semillas quedando solo la plúmula, las cuales se colocaron en bolsas de papel estraza perforadas y se pasaron a secado en estufa por 24 horas a 65°C, para luego llevarlas a pesarlas en una balanza analítica de precisión (0.001 g), el peso seco expresado en miligramos por plántula (mg/pl).

Peso seco de raíz (PSR)

Para esta variable, se utilizaron las plántulas normales provenientes de la prueba de germinación estándar de cada repetición, se separaron la raíz de los restos de la semillas quedando solo la raíz, las cuales se colocaron en bolsas de papel estraza perforadas y luego se pasaron al secado en estufa por 24 horas a 65°C. Para luego pesarlas en una balanza analítica de precisión (0.001 g), el peso seco se expreso en miligramos por plántula (mg/pl).

Análisis estadístico

Para analizar la información de campo se utilizó un diseño experimental bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, donde la parcela grande fueron los híbridos y la parcela chica los tratamientos (herbicidas).

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + \epsilon_{ij} + T_k + PT_{ik} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = variable observada.

μ = Efecto de la media.

P_i = Efecto de híbrido

ϵ_{ij} = Error de la parcela grande

T_k = Efecto de tratamientos (herbicidas)

PT_{ik} = Efecto de La interacción de híbridos*tratamientos

E_{ijk} = Error experimental

Es importante mencionar que las categorías obtenidas de la clasificación de la semilla cosechada para cada genotipo no fueron las mismas, por lo que el diseño experimental que se utilizó en el laboratorio para determinar la calidad fisiológica de la semilla fue completamente al azar con cuatro repeticiones bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor observado

μ = Efecto de la media

T_i = Efecto de tratamiento

E_{ij} = error experimental

Adicionalmente se realizaron análisis de regresión con el fin de conocer la dinámica del control de malezas con respecto al tiempo, con el siguiente modelo:

$$\text{Lineal } Y_i = B_0 + B_1 X_i$$

Y_i = Variable dependiente

X_1 = Variable independiente

B_0 = Intercepto

B_1 = Coeficiente de regresión asociada a la respuesta evaluada.

Respecto a la comparación de medias, se utilizó la prueba de Tukey al nivel de significancia de 0.05 de probabilidad para todas las variables evaluadas.

RESULTADOS

Presencia de malezas

La información de este parámetro se analizó por genotipo para analizar la respuesta a los herbicidas aplicados.

DAS H1

En el Cuadro 4.1 se indica la diversidad y densidad poblacional de malezas en el genotipo DAS H1 en base al Testigo sin Aplicación (TSA), donde se puede apreciar que el cultivo fue infestado en promedio por 1,240,000 individuos por hectárea. En base al testigo (TSA) se determinó que la borreguilla "*Acalypha setosa*" llegó a infestar al cultivo hasta un 46.77%, seguida de zacate pitillo "*Ixophorus unisetus*" (20.96%), coquillo "*Cyperus esculentus*" (19.35%), "*Setaria adhaerens*" (9.67%) y el quelite "*Amaranthus hybridus*" (3.22%).

Cuadro 4.1. Diversidad y densidad de población de malas hierbas encontradas en el testigo en el genotipo de maíz DAS H1 en Sayula, Jalisco. 2009.

| Nombre científico | Nombre común | Familia | Número individuos | | Infestación (%) |
|----------------------------|----------------|---------------|-------------------|-----------|-----------------|
| | | | (m ²) | (ha) | |
| <i>Acalypha setosa</i> | Tarco | Euphorbiaceae | 58 | 580,000 | 46.77 |
| <i>Ixophorus unisetus</i> | Zacate pitillo | Poaceae | 26 | 260,000 | 20.96 |
| <i>Cyperus esculentus</i> | Coquillo | Cyperaceae | 24 | 240,000 | 19.35 |
| <i>Setaria adhaerens</i> | Cola de zorra | Poaceae | 12 | 120,000 | 9.67 |
| <i>Amaranthus hybridus</i> | Quelite | Amaranthaceae | 4 | 40,000 | 3.22 |
| Total | | | 124 | 1,240,000 | 99.97 |

Control de malezas

Los análisis de varianza de las evaluaciones a los 7, 14, 30 y 45 días detectaron la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos de control de maleza. El control de malezas se le realizó un análisis de regresión lineal en el genotipo DAS H1 (Cuadro A.2) en las malezas para los días después de la aplicación.

Siete días después de la aplicación de los tratamientos

En la primera evaluación (Cuadro 4.2) se observa el control que se tuvo de *Ixophorus unisetus* con los tratamientos de Laudis (89.13) y Finale (78.86), el primero mostró un control considerado como suficiente en la práctica

y el control que se obtuvo con Finale fue regular, según la escala de la EWRS (Cuadro A.1), ambos estadísticamente fueron iguales; en tanto que los herbicidas Tronador y Marvel no mostraron efecto sobre esta maleza. Para el control de **Cyperus esculentus**, el tratamiento que observo un control regular fue el Finale, mientras que el Laudis mostro un control pobre, el Tronador no mostró efecto en la maleza y el Marvel fue muy pobre su control.

Cuadro 4.2. Control de maleza en maíz a los siete dda en el genotipo DAS H1 en Sayula, Jalisco. 2009.

| Tratamiento | <i>Ixophorus unisetus</i> | <i>Cyperus esculentus</i> | <i>Acalypha setosa</i> | <i>Setaria adhaerens</i> | <i>Amaranthus hybridus</i> |
|-------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Laudis | 89.13 a | 50.00 b | 100 a | 100 a | 100 a |
| Tronador | 0 b | 0 d | 100 a | 0 b | 100 a |
| Finale | 78.86 a | 75.41 a | 100 a | 100 a | 100 a |
| Marvel | 0 b | 16.25 c | 100 a | 0 b | 100 a |
| Testigo | 0 b | 0 d | 0 b | 0 b | 0 b |

Nota: Los valores con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí con un $\alpha = 0.05$ según Tukey

Acalypha setosa. Esta maleza fue controlada completamente por todos los tratamientos. ***Setaria adhaerens***. El Tronador y Marvel sin efecto alguno sobre esta maleza. Los demás tratamientos lograron la muerte completa sobre la misma. ***Amaranthus hybridus*** fue controlada totalmente por todos los tratamientos evaluados, similar a lo registrado para *Acalypha setosa*.

14 días después de la aplicación de los tratamientos

Al realizar la prueba de comparación de medias de Tukey (Cuadro 4.3), se encontró que el control de ***Ixophorus unisetus***, por causa del tratamiento de Laudis disminuyó (81.39%) en relación al valor registrado a los

siete dda, por lo que es considerado como control medio; y el control del tratamiento con Finale se considera regular (74.10%), los demás tratamientos no muestran efecto sobre la maleza. Para la maleza **Cyperus esculentus**, los tratamientos con Finale y Laudis mostraron un control pobre sobre la misma, mientras que el Tronador y Marvel muestran un control muy pobre sobre la maleza según EWRS.

Acalypha setosa. En esta apreciación, el tratamiento con Laudis disminuyó su eficiencia a la categoría de muy buen control (96.59%) según la escala EWRS; sin embargo, el tratamiento con Tronador, Finale y Marvel presentaron la muerte completa. En **Setaria adhaerens**, los tratamientos que se relacionaron con la muerte completa fueron: Laudis y Finale; mientras que el Tronador y Marvel no mostraron efecto sobre la misma.

Cuadro 4.3. Control de maleza en maíz a los 14 dda en el genotipo DAS H1 en Sayula, Jalisco. 2009.

| Tratamiento | <i>Ixophorus unisetus</i> | <i>Cyperus esculentus</i> | <i>Acalypha setosa</i> | <i>Setaria adhaerens</i> | <i>Amaranthus hybridus</i> |
|-------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Laudis | 81.39 a | 62.70 a | 96.59 a | 100 a | 100 a |
| Tronador | 0 b | 4.16 b | 100 a | 0 b | 100 a |
| Finale | 74.10 a | 67.08 a | 100 a | 100 a | 100 a |
| Marvel | 0 b | 21.66 b | 100 a | 0 b | 100 a |
| Testigo | 0 b | 0 c | 0 b | 0 b | 0 b |

Nota: Los valores con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí con un $\alpha = 0.05$.

Amaranthus hybridus. Esta maleza continuo siendo controlada con la muerte completa por todos los tratamientos químicos.

30 días después de la aplicación de los tratamientos

En esta evaluación (Cuadro 4.4), se encontró que el control de *Ixophorus unisetus* disminuyó en los tratamientos Laudis y Finale a muy pobre control; mientras que el tratamiento con Tronador y Marvel no muestra efecto en la maleza. En *Cyperus esculentus*, los tratamientos Laudis, Finale y Marvel muestran un control muy pobre sobre esta maleza, mientras que el Tronador es considerado sin efecto.

Acalypha setosa. En esta valoración los tratamientos que mejor se desempeñaron fueron Tronador y Marvel con la muerte completa; mientras que el tratamiento Laudis mantuvo buen control y Finale muestra control suficiente en la práctica, de acuerdo a la escala EWRS.

Cuadro 4.4. Control de maleza en maíz a los 30 dda en el genotipo DAS H1 en Sayula, Jalisco. 2009.

| Tratamiento | <i>Ixophorus unisetus</i> | <i>Cyperus esculentus</i> | <i>Acalypha setosa</i> | <i>Setaria adhaerens</i> | <i>Amaranthus hybridus</i> |
|-------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Laudis | 41.04 a | 20.71 a | 95.43 a | 100 a | 95.83 |
| Tronador | 0 b | 0 b | 100 a | 0 b | 100 |
| Finale | 44.04 a | 29.67 a | 90.72 a | 85.0 a | 100 |
| Marvel | 0 b | 1.56 b | 100 a | 0 b | 100 |
| Testigo | 0 b | 0 b | 0 b | 0 b | 0 b |

Nota: Los valores con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí con un $\alpha = 0.05$.

Setaria adhaerens. Para esta evaluación, el tratamiento que mostró un control total fue el Laudis y el Finale con un control medio (85%), mientras que el resto de los tratamientos no mostraron efecto sobre esta maleza. Para la maleza

Amaranthus hybridus todos los tratamientos mostraron control completo, a excepción del Laudis que disminuyó a un buen control.

45 días después de la aplicación de los tratamientos

En esta última evaluación (Cuadro 4.5) para ***Ixophorus unisetus***, ningún tratamiento logro mantener un control sobre esta maleza, pues el Laudis y Finale tienen un muy pobre control, mientras que el Tronador y Marvel no muestran efecto sobre la misma.

Cyperus esculentus. Para esta maleza se observa un control muy pobre para Laudis y Finale y el resto de los tratamientos no muestra efecto en esta maleza.

Cuadro 4.5. Control de maleza en maíz a los 45 dda en el genotipo DAS H1 en Sayula, Jalisco. 2009.

| Tratamiento | <i>Ixophorus unisetus</i> | <i>Cyperus esculentus</i> | <i>Acalypha setosa</i> | <i>Setaria adhaerens</i> | <i>Amaranthus hybridus</i> |
|-------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Laudis | 10.61 a | 9.85 a | 88.45 ab | 63.33 a | 75 a |
| Tronador | 0 b | 0 b | 94.94 a | 0 b | 100 a |
| Finale | 11.23 a | 10.96 a | 82.10 b | 23.33 b | 75 a |
| Marvel | 0 b | 0 b | 89.98 ab | 0 b | 100 a |
| Testigo | 0 b | 0 b | 0 c | 0 b | 0 b |

Nota: Los valores con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí con un $\alpha = 0.05$.

En ***Acalypha setosa***, vemos que el tratamiento con Tronador mantuvo un buen control, seguido del Marvel y Laudis quienes tuvieron un control considerado como suficiente en la práctica; por último, el Finale con un control medio según EWRS. En ***Setaria adhaerens***, el Laudis mostró un control pobre (7.04%) para esta fecha, mientras el Finale se considera un control muy pobre (2.95%), los

demás tratamientos no muestran efecto en esta maleza. Para *Amaranthus hybridus*, los tratamientos Tronador y Marvel siguieron controlando completamente la maleza con respecto al testigo, mientras que el Laudis y Finale observan un control regular.

Al analizar el comportamiento del control de la maleza en el genotipo DAS H1 (Figura 4.5) se observa que los mejores tratamientos fueron el Laudis, seguido del Finale, aunque el efecto de control disminuyó a los 30 y 45 dda.

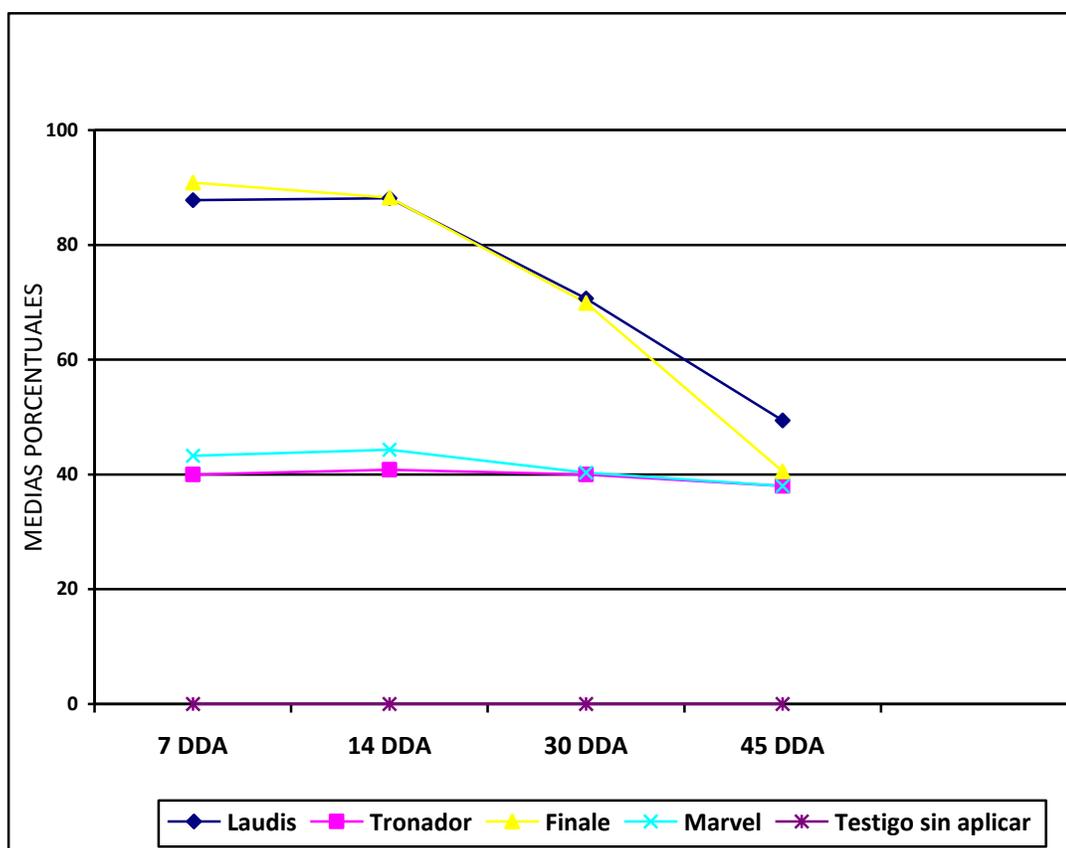


Figura 4.1. Medias porcentuales de control de la maleza a los 7, 14, 30 y 45 dda en el genotipo DAS H1 de maíz en Sayula, Jalisco. 2009.

DAS H2

En el Cuadro 4.6 se indica la diversidad y densidad poblacional de malezas en el genotipo DAS H2 en base al testigo sin aplicación (TSA), donde se puede apreciar que el cultivo fue infestado en promedio por 340,000 individuos por hectárea. En base al testigo (TSA) se determinó que la “*Eleusine indica*” llegó a infestar al cultivo hasta un 35.29%, seguido de “*Solanum rostratum*” (29.41 %), coquillo “*Setaria adhaerens*” (14.70%), el quelite “*Amaranthus hybridus*” (8.82 %), el zacate jhonson “*Sorghum halepense*” (5.88%) y zacate cadillo “*Cenchrus echinatus*” (5.88%).

Cuadro 4.6. Diversidad y densidad de población de malas hierbas encontradas en el testigo en el genotipo de maíz DAS H2 en Sayula, Jalisco. 2009.

| Nombre científico | Nombre común | Familia | Número de individuos | | Infestación (%) |
|----------------------------|----------------------|---------------|----------------------|---------|-----------------|
| | | | (m ²) | (ha) | |
| <i>Eleusine indica</i> | Zacate pata de gallo | Poaceae | 12 | 120,000 | 35.29 |
| <i>Solanum rostratum</i> | Mala mujer | Solanaceae | 10 | 100,000 | 29.41 |
| <i>Setaria adhaerens</i> | Cola de zorra | Poaceae | 5 | 50,000 | 14.70 |
| <i>Amaranthus hybridus</i> | Quelite | Amaranthaceae | 3 | 30,000 | 8.82 |
| <i>Sorghum halepense</i> | Zacate Johnson | Poaceae | 2 | 20,000 | 5.88 |
| <i>Cenchrus echinatus</i> | Zacate cadillo | Poaceae | 2 | 20,000 | 5.88 |
| Total | | | 34 | 340,000 | 99.98 |

Siete días después de la aplicación de los tratamientos

En el control de malezas se le realizó un análisis de regresión lineal en el genotipo DAS H2 (Cuadro A.3) respecto a los días después de la aplicación, para ver su comportamiento. En la primera evaluación (Cuadro 4.7) se logró un buen control de ***Setaria adhaerens*** con los tratamientos Laudis y Finale; mientras que el tratamiento con Tronador y Marvel no mostraron efecto sobre esta maleza según la EWRS.

Cuadro 4.7. Control de maleza en maíz a los siete dda en el genotipo DAS H2 en Sayula, Jalisco. 2009.

| Trat. | <i>Setaria adhaerens</i> | <i>Amaranthus hybridus</i> | <i>Sorghum halepense</i> | <i>Eleusine indica</i> | <i>Cenchrus echinatus</i> | <i>Solanum rostratum</i> |
|----------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Laudis | 95.00 a | 100 a | 85.41 a | 100 a | 100 a | 83.75 a |
| Tronador | 0 b | 100 a | 0 b | 0 b | 0 b | 100 a |
| Finale | 95.00 a | 87.50 a | 79.16 a | 80.71 a | 79.16 a | 88.75 a |
| Marvel | 0 b | 87.50 a | 0 b | 0 b | 0 b | 100 a |
| Testigo | 0 b | 0 b | 0 b | 0 b | 0 b | 0 b |

Nota: Los valores con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí con un $\alpha = 0.05$.

En ***Amaranthus hybridus***, los tratamientos que lograron un control total fue el Laudis y Tronador; el Finale y Marvel lograron un control suficiente en la practica en esta evaluación. Para la maleza ***Sorghum halepense***, los tratamientos que destacaron fue el Laudis con un control medio y el Finale con un control regular; el Tronador y Marvel no mostraron efecto sobre esta maleza. Para ***Eleusine indica***, los tratamientos que destacan en el control de esta maleza fueron el Laudis con un control total y el Finale con un control medio, los demás permanecieron sin efecto sobre la maleza. Con respecto a ***Cenchrus***

echinatus, el tratamiento que destaco fue el Laudis con un control total, mientras que el Finale mostro un control regular, el resto no mostro efecto. Para la maleza ***Solanum rostratum***, los tratamientos que destacaron fueron el Tronador y el Marvel con un control total, seguido por el Finale y Laudis, respectivamente.

14 días después de la aplicación de los tratamientos

En la comparación de medias (Cuadro 4.8) se hace referencia a ***Setaria adhaerens***, quien mostró que el mejor control fue el tratamiento Laudis, ocasionando la muerte completa, seguido del Finale quien obtuvo buen control, el resto de los tratamientos no mostraron efecto sobre esta maleza. Para la maleza ***Amaranthus hybridus*** destacan por el control total los tratamientos Laudis, Tronador y Marvel, mientras que el Finale logró un control suficiente en la práctica. En ***Sorghum halepense***, los tratamientos que mejor controlaron esta maleza fueron el Laudis y Finale con un control total de ella, el resto de los tratamientos no mostro efecto en su control en esta evaluación. Para ***Eleusine indica***, en el control de esta maleza, el tratamiento Laudis logró el control total de ella, mientras que el Finale logró un pobre control de la misma con 65.95%, el resto de los tratamientos no tuvieron efecto sobre esta maleza.

Cuadro 4.8. Control de maleza en maíz a los 14 dda en el genotipo DAS H2 en Sayula, Jalisco.2009.

| Trat. | <i>Setaria adhaerens</i> | <i>Amaranthus hybridus</i> | <i>Sorghum halepense</i> | <i>Eleusine indica</i> | <i>Cenchrus echinatus</i> | <i>Solanum rostratum</i> |
|----------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Laudis | 100 a | 100 a | 100 a | 100 a | 100 a | 100 a |
| Tronador | 0 b | 100 a | 0 b | 0 c | 0 b | 100 a |
| Finale | 95.0 a | 87.5 a | 100 a | 65.95 b | 79.16 a | 76.25 b |
| Marvel | 0 b | 100 a | 0 b | 0 c | 0 b | 100 a |
| Testigo | 0 b | 0 b | 0 b | 0 c | 0 b | 0 c |

Nota: Los valores con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí con un $\alpha = 0.05$.

Para la maleza ***Cenchrus echinatus***, el mejor control fue el registrado por Laudis con la muerte completa de ésta, el Finale mostró un control muy pobre (79.16%), mientras que el Tronador y Marvel no tuvieron efecto en ella. En cuanto al control de ***Solanum rostratum***, los tratamientos que mostraron un control total fueron: Laudis, Tronador y Marvel; el Finale logró un control regular con 76.25%.

30 días después de la aplicación de los tratamientos

En este período, para la maleza ***Setaria adhaerens*** el tratamiento que mostró el control total fue el Laudis, seguido del Finale con un buen control (95%); mientras que el Tronador y Marvel no mostraron efecto en su control. Para ***Amaranthus hybridus*** esta fue controlada totalmente por Laudis, Tronador y Marvel, el Finale tuvo un control medio sobre la misma con 87.5%. En ***Sorghum halepense***, los únicos tratamientos que tuvieron un control total fue el Laudis y Finale; el resto no manifestó efecto en ella.

Cuadro 4.9. Control de maleza en maíz a los 30 dda en el genotipo DAS H2 en Sayula, Jalisco.

| Trat. | <i>Setaria adhaerens</i> | <i>Amaranthus hybridus</i> | <i>Sorghum halepense</i> | <i>Eleusine indica</i> | <i>Cenchrus echinatus</i> | <i>Solanum rostratum</i> |
|----------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Laudis | 100 a | 100 a | 100 a | 100 a | 100 a | 100 a |
| Tronador | 0 b | 100 a | 0 b | 0 c | 0 b | 100 a |
| Finale | 95.0 a | 87.50 a | 100 a | 54.16 b | 79.16 a | 76.25 b |
| Marvel | 0 b | 100 a | 0 b | 0 c | 0 b | 100 a |
| Testigo | 0 b | 0 b | 0 b | 0 c | 0 b | 0 c |

Nota: Los valores con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí con un $\alpha = 0.05$.

Para ***Eleusine indica***, solo el Laudis mostró un control total durante esta evaluación, el Finale mostró un pobre control con 54.16%; con respecto a los demás tratamientos no hubo efecto en su control. En ***Cenchrus echinatus***, solo el Laudis tuvo un control total, seguido del Finale con un control regular con 79.16%, el Tronador y Marvel no mostraron control sobre esta maleza. Finalmente, en ***Solanum rostratum***, fue controlada totalmente por Laudis, Tronador y Marvel, mientras que Finale se comporto como un control regular con 76.25%.

45 días después de la aplicación de los tratamientos

En esta evaluación (Cuadro 4.10), el mejor control para ***Setaria adhaerens*** lo presentó Laudis con un control total, seguido del Finale (95%) considerándose un buen control; el resto de los tratamientos no tuvieron efecto. Para la maleza ***Amaranthus hybridus***, Laudis tuvo un control total, mientras que Tronador, Finale y Marvel mostraron un control regular sobre sí misma con 75%. Para ***Sorghum halepense***, el Laudis y Finale son los únicos tratamientos

que mostraron efecto en esta maleza logrando un control total de la misma, el resto no muestra efecto en ella misma.

Cuadro 4.10. Control de maleza en maíz a los 45 dda en el genotipo DAS H2 en Sayula, Jalisco.2009.

| Trat. | <i>Setaria adhaerens</i> | <i>Amaranthus hybridus</i> | <i>Sorghum halepense</i> | <i>Eleusine indica</i> | <i>Cenchrus echinatus</i> | <i>Solanum rostratum</i> |
|----------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Laudis | 100 a | 100 a | 100 a | 100 a | 100 a | 100 a |
| Tronador | 0 b | 75 a | 0 b | 0 c | 0 b | 75.0 a |
| Finale | 95.0 a | 75 a | 100 a | 51.78 b | 79.16 a | 76.25 a |
| Marvel | 0 b | 75 a | 0 b | 0 c | 0 b | 66.67 a |
| Testigo | 0 b | 0 b | 0 b | 0 c | 0 b | 0 b |

Nota: Los valores con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí con un $\alpha = 0.05$.

Para el control de ***Eleusine indica*** el mejor control lo logró el Laudis con un control total, seguido del Finale con un control pobre (51.78%) para esta fecha; mientras Tronador y Marvel no tuvieron control alguno. El Laudis logró un control total sobre ***Cenchrus echinatus***, seguido por el Finale con un control regular (79.16%) según la EWRS; el Tronador y Marvel no tuvieron efecto para esta maleza. De igual manera el Laudis mostró un control total para ***Solanum rostratum***, el Laudis mostró un control total; mientras que el Tronador y Finale tuvieron un control regular (75 y 76.25%), mientras que el Marvel tuvo un control pobre con 66.67%.

Al analizar la evolución del control de la maleza en el genotipo DAS H2 (Figura 4.2), se observa que los mejores tratamientos que controlan eficientemente a todas éstas malezas durante los 45 días fue el Laudis con un muy buen control, seguida por el Finale con un control medio, el resto de los

tratamientos empleados mostró un muy pobre control sobre las malezas encontradas.

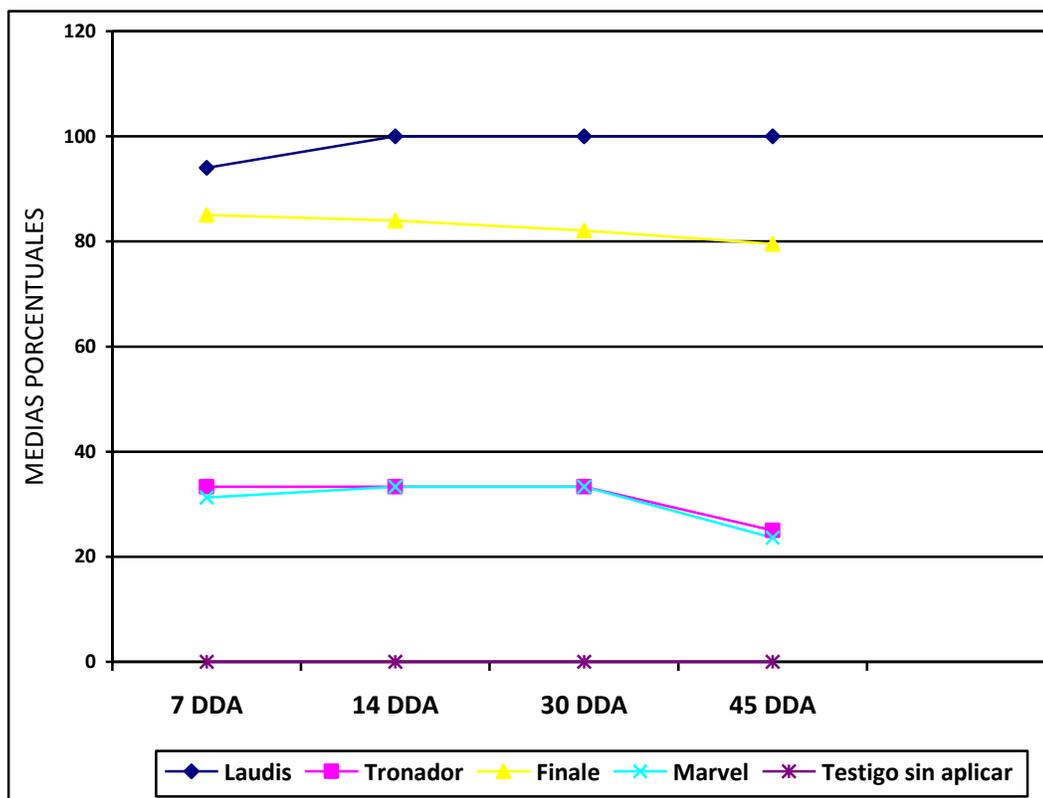


Figura 4.2. Medias porcentuales de control de la maleza a los 7, 14, 30 y 45 dda en el genotipo DAS H2 de maíz en Sayula, Jalisco. 2009.

Fitotoxicidad al cultivo

En las evaluaciones realizadas a los 7 y 14 días después de aplicados los tratamientos, se observó que solo el tratamiento con Finale mostró efecto sobre el cultivo con síntomas ligeros, síntomas que no se reflejan en el rendimiento según EWRS (Cuadro A.1), en el resto de los herbicidas se

observó que no mostraron daños al cultivo, para ninguno de los genotipos (DAS H1 y DAS H2) de maíz utilizados en el presente estudio.

Variables Agronómicas

En el Cuadro 4.11 se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en campo. En dicho cuadro se observa que en las fuentes de variación de Genotipo, Repetición, Genotipo*Repetición y Genotipo*Tratamiento se encontraron diferencias significativas ($\alpha=0.05$) para las variables de rendimiento, altura de planta y altura de mazorca, mientras que en la fuente de Tratamientos se encontraron diferencias significativas ($\alpha=0.05$) para rendimiento y altura de mazorca. Con lo anterior nos indica que los Genotipos difieren entre sí en cada una de las variables evaluadas, al igual que en la interacción mostrada entre el genotipo y el tratamiento de los herbicidas evaluados. Los coeficientes de variación oscilaron entre 3.26 a 11.26 por ciento, los que nos indica que los resultados obtenidos son considerados aceptables y confiables.

En relación a los resultados obtenidos en el análisis de varianza se aprecia que la fuente de variación de genotipos registra la mayor cantidad de cuadrados medios para las tres variables agronómicas evaluadas, esto nos indica que los genotipos influyen de manera considerable en los resultados.

Cuadro 4.11. Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para las variables agronómicas evaluadas en maíz producido en Sayula, Jalisco. 2009.

| Fv | Gl | Cuadrados medios | | |
|----------------------|----|------------------|---------------|----------------|
| | | Rendimiento | Altura planta | Altura mazorca |
| Genotipo | 1 | 53.837* | 2733.621* | 1373.974* |
| Repetición | 3 | 1.166* | 118.205* | 64.551* |
| Genotipo*repetición | 3 | 1.518* | 47.518* | 40.457* |
| Tratamiento | 4 | 1.037* | 9.961 | 23.214* |
| Genotipo*tratamiento | 4 | 0.276* | 29.384* | 11.749* |
| Error | 24 | 0.612 | 23.045 | 9.195 |
| C.V (%) | | 11.265 | 3.256 | 3.260 |

* = Significativo al 5 % de nivel de significancia respectivamente; Fv = Fuente de variación; Gl = Grados de libertad; C.V. = Coeficiente de variación

En el Cuadro 4.12 se observa la comparación de medias del genotipo DAS H1 para las variables rendimiento, altura de planta y altura de mazorca, donde se aprecia que para las tres variables mencionadas se comportan estadísticamente iguales, ya que no hay diferencias para ninguna de las variables en ninguno de los tratamientos utilizados. Mas sin embargo, para la variable rendimiento se observa que el tratamiento con Laudis muestra el mejor rendimiento con 2.83 ton ha^{-1} , mientras que el menor rendimiento lo muestra el tratamiento con Marvel con 2.25 ton ha^{-1} ; en lo que respecta a la altura de la planta se observa que oscila entre 142.55 cm para el tratamiento Laudis y 137.05 cm para Finale; y para la altura de mazorca se observa que el testigo sin aplicación fue el que obtuvo el mayor valor con 101.65 cm, tendencia en la cual toda planta ante competencia de malezas trata de sobresalir a la luz, en este caso para asegurar su descendencia.

Cuadro 4.12. Comparación de medias del genotipo DAS H1 para las variables agronómicas evaluadas en maíz producido en Sayula, Jalisco. 2009.

| Genotipo | Tratamiento | Rendimiento (ton ha ⁻¹) | Altura planta (cm) | Altura mazorca (cm) |
|----------|---------------------------|--|-----------------------|------------------------|
| DAS H1 | Laudis | 2.83 a | 142.55 a | 96.43 a |
| | Tronador | 2.36 a | 140.02 a | 100.62 a |
| | Finale | 2.33 a | 137.05 a | 95.18 a |
| | Marvel | 2.25 a | 137.93 a | 100.50 a |
| | Testigo sin aplicación | 2.30 a | 138.22 a | 101.65 a |

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

En la figura 4.3 se muestra los rendimientos obtenidos por categoría de semilla resultado de la clasificación, por lo que su análisis se hace importante por las categorías obtenidas, ya que en este genotipo DAS H1 la categoría que mostró los valores más altos fue R16 (0.74025 ton ha⁻¹) en el tratamiento con Laudis seguida por la categoría R16 (0.64 ton ha⁻¹) en Finale por lo que se observa la tendencia de la semilla de forma redonda por lo datos mencionadas, se observa además que aproximadamente el 50% de rendimiento de la semilla en todos los tratamientos lo conforman las categorías R16 y R18, de lo cual se deduce que menos del 50% del rendimiento de semilla que se obtuvo entra en las categorías (P18, P20, B18 y B20) que son importantes para su comercialización a la industria semillera, ya que si sumamos los valores de las categorías (P18, P20, B18 y B20) en el tratamiento con Laudis que es el mejor obtenemos 1.1015 ton ha⁻¹ que entran en las categorías de comercialización, queda ahí el analizar si este rendimiento de semilla es costeable para la industria semillera.

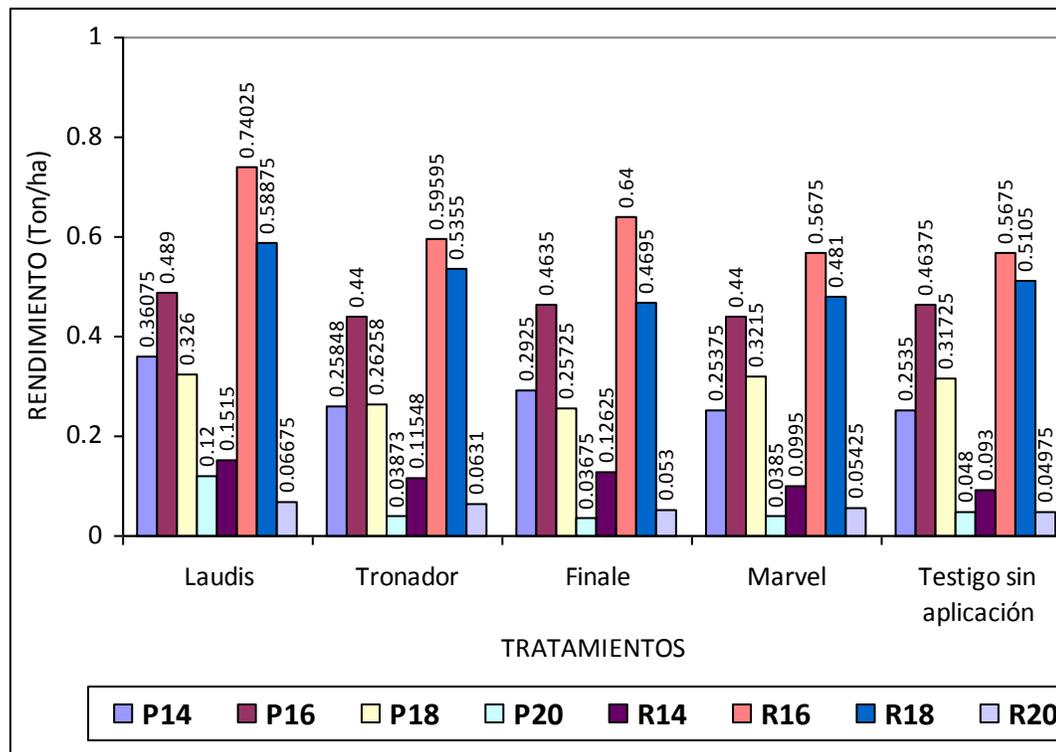


Figura 4.3. Comportamiento de la comparación de medias del rendimiento por las categorías obtenidas del genotipo DAS H1 en Sayula, Jalisco. 2009.

En el Cuadro 4.13 se observa la comparación de medias del genotipo DAS H2 para las variables rendimiento, altura de planta y altura de mazorca, se aprecia que para la variable de rendimiento, se muestra que Laudis, Finale y Marvel son estadísticamente iguales notándose que el mayor rendimiento se obtuvo en Laudis con 5.49 ton ha^{-1} , mientras que el menor rendimiento se presentó con el herbicida Tronador con 4.15 ton ha^{-1} , en cuanto a la altura de la planta no muestran diferencias estadísticas con la prueba de medias, más sin embargo el tronador mostró la mayor altura de la planta con 158.84 cm y la menor altura de planta lo mostró Laudis con 152.26 cm . Para altura de

mazorcas no muestra diferencias estadísticas entre los tratamientos, pero se observa que el testigo fue el que mostró la mayor altura de mazorca con 88.32 cm y el Laudis obtuvo la menor altura de mazorca con 86.49 cm.

Cuadro 4.13. Comparación de medias del genotipo DAS H2 para las variables agronómicas evaluadas en maíz producido en Sayula, Jalisco. 2009.

| Genotipo | Tratamiento | Rendimiento (ton ha ⁻¹) | Altura planta (cm) | Altura mazorca (cm) |
|----------|---------------------------|--|-----------------------|------------------------|
| DAS H2 | Laudis | 5.49 a | 152.26 a | 86.49 a |
| | Tronador | 4.15 b | 158.84 a | 87.05 a |
| | Finale | 4.98 ab | 154.83 a | 86.84 a |
| | Marvel | 4.63 ab | 156.84 a | 87.08 a |
| | Testigo sin aplicación | 4.42 b | 156.35 a | 88.32 a |

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

En la Figura 4.4 se presentan los rendimientos por categoría de semilla obtenida de la clasificación en el genotipo DAS H2, por lo que se observa que en el tratamiento con Laudis para la categoría P22 mostró la media más alta con 1.3155 ton ha⁻¹, además se observa que si consideramos que las únicas categorías que no se comercializarían por su tamaños serían (P16, B16) que están alrededor del 2% del total de rendimiento en todos los tratamientos, por lo que para este genotipo aproximadamente el 98% de la semilla obtenida se podría comercializar, lo cual es muy bueno para la industria de semillas.

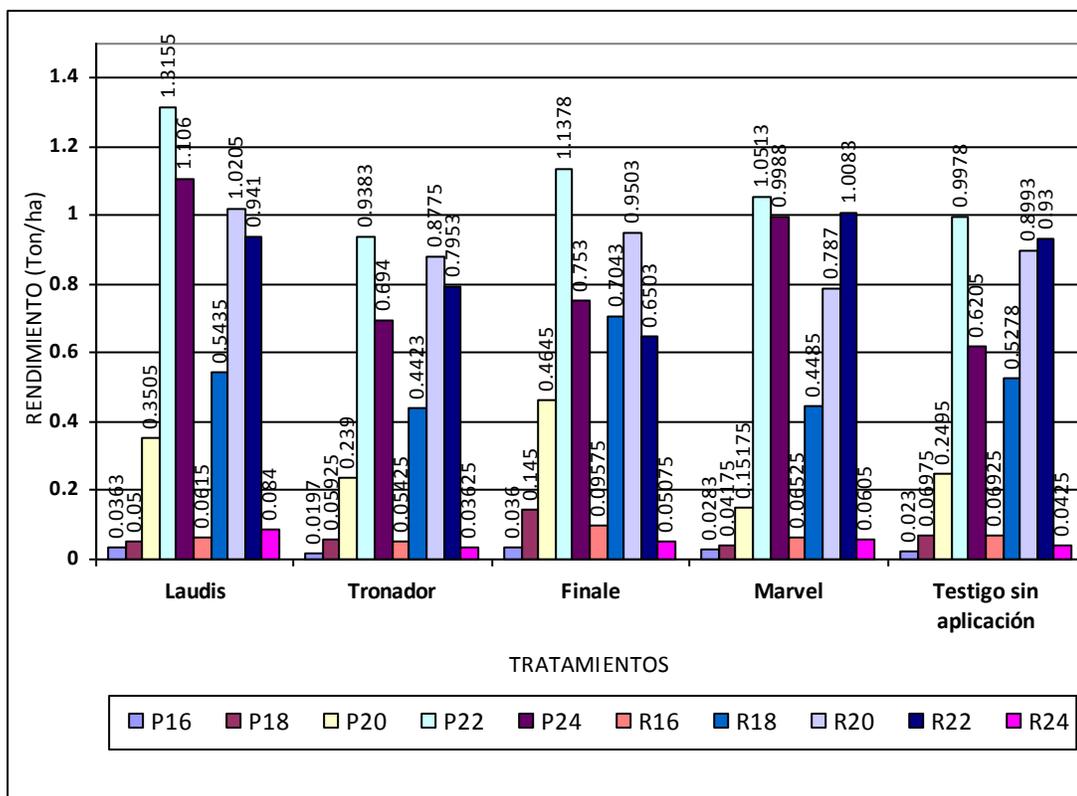


Figura 4.4 Comportamiento de la comparación de medias del rendimiento por las categorías obtenidas del genotipo DAS H2 en Sayula, Jalisco. 2009.

Características fisiológicas

La calidad fisiológica de la semilla de maíz fue evaluada mediante la prueba de germinación estándar (GE), envejecimiento acelerado (EA), longitud media de plúmula (LMP), peso seco de plúmula (PSP) y peso seco de raíz (PSR). Para la semilla P14, P16, P18, R14, R16 y R18 en el genotipo DAS H1; mientras que el genotipo DAS H2 se realizó en las categorías de P20, P22, P24, R18, R20 y R22.

DAS H1

Germinación estándar (GE)

Los resultados de la comparación de medias en cuanto a la capacidad de germinación para cada tamaño indica que no existieron diferencias significativas (Cuadro 4.14) para la semilla clasificada para las diferentes formas y tamaños evaluados, esto nos indica que no influyo sobre la germinación, ya que se obtuvieron porcentajes desde 93 a 99 por ciento de germinación.

Cuadro 4.14. Comparación de medias para cada tamaño en la prueba de germinación en semilla de maíz en el genotipo DAS H1 en Sayula, Jalisco. 2009.

| | Laudis | Tronador | Finale | Marvel | Testigo |
|-----|---------|----------|---------|---------|---------|
| P14 | 98.00 a | 96.75 a | 98.25 a | 97.50 a | 96.75 a |
| P16 | 97.75 a | 99.00 a | 98.75 a | 97.00 a | 96.75 a |
| P18 | 97.50 a | 97.50 a | 98.25 a | 98.00 a | 97.00 a |
| R14 | 95.75 a | 94.75 a | 96.33 a | 94.50 a | 95.00 a |
| R16 | 98.25 a | 95.00 a | 96.75 a | 95.25 a | 95.75 a |
| R18 | 97.00 a | 97.00 a | 93.00 a | 96.50 a | 93.00 a |

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05).

Envejecimiento acelerado (EA)

El Cuadro 4.15 se muestra los resultados de las medias ya que el análisis de varianza no se presentaron diferencias estadísticas, sin embargo sigue manifiesta la tendencia similar a la de la germinación estándar, donde las semillas planas muestran promedios más altos que la semilla redonda, como se

muestra en la categoría P18 con 98.75 por ciento y proviene del tratamiento con Laudis, aunque estadísticamente no son diferentes.

Cuadro 4.15. Comparación de medias para cada tamaño en el envejecimiento acelerado en semilla de maíz en el genotipo DAS H1 en Sayula, Jalisco. 2009.

| | Laudis | Tronador | Finale | Marvel | Testigo |
|-----|---------|----------|---------|---------|---------|
| P14 | 96.75 a | 95.50 a | 94.25 a | 96.25 a | 94.25 a |
| P16 | 96.25 a | 95.25 a | 94.25 a | 97.75 a | 95.75 a |
| P18 | 98.75 a | 96.00 a | 97.25 a | 96.75 a | 97.25 a |
| R14 | 93.75 a | 89.00 a | 94.33 a | 87.50 a | 93.00 a |
| R16 | 94.75 a | 92.75 a | 92.75 a | 94.00 a | 93.75 a |
| R18 | 92.00 a | 91.75 a | 90.00 a | 91.50 a | 91.50 a |

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

Longitud media de plúmula (LMP)

Las semillas de especies que producen una plúmula simple recta como los cereales, la longitud media de plúmula obtenida al final de un período y comparado con un valor testigo de alto vigor, permite calificar el vigor de diferentes lotes de semillas. En la prueba de longitud media de plúmula, la medida de crecimiento de la plúmula es el criterio de vigor a observar.

En el Cuadro 4.16 se muestran los promedios del genotipo DAS H1, donde se observa que solamente se muestra diferencias estadísticas en la categoría de semilla R14, sin embargo se observan pequeñas diferencias en las que coinciden con las encontradas en germinación y envejecimiento acelerado, en el que las categorías de redondas muestran valores más bajos que las

categorías de semillas plana, ya que la longitud de plúmula es afectada de acuerdo al vigor de la semilla.

Cuadro 4.16. Comparación de medias para cada tamaño en longitud media de plúmula en semilla de maíz en el genotipo DAS H1 en Sayula, Jalisco. 2009.

| | Laudis | Tronador | Finale | Marvel | Testigo |
|-----|----------|----------|---------|---------|----------|
| P14 | 10.96 a | 11.23 a | 11.67 a | 10.36 a | 11.00 a |
| P16 | 10.78 a | 10.25 a | 11.20 a | 10.37 a | 10.37 a |
| P18 | 10.12 a | 9.66 a | 10.23 a | 9.37 a | 10.12 a |
| R14 | 10.21 ab | 9.71 b | 10.99 a | 9.10 b | 10.35 ab |
| R16 | 9.97 a | 8.56 a | 9.88 a | 9.05 a | 8.84 a |
| R18 | 9.61 a | 8.94 a | 8.52 a | 8.97 a | 8.19a |

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

Peso seco de plúmula (PSP)

Algunas pruebas de vigor son conducidas en las mismas condiciones que la prueba de germinación estándar, sin embargo el crecimiento de plántula es medida o evaluada de modo diferente. La prueba se basa en el concepto de que las semillas vigorosas son capaces de sintetizar más eficientemente nuevos materiales nutritivos y transferir rápidamente estos nuevos productos al eje embrionario en crecimiento, resultando en acumulación de peso. En relación a esta variable, el genotipo DAS H1 detecto diferencias significativas para esta variable y la prueba de comparación de medias (Cuadro 4.17) se observó que únicamente la semilla R14 mostró diferencias, por lo que se aprecia que la semilla proveniente del tratamiento con Marvel tiene la media más baja con 14.26 mg/plúmula; el resto de las categorías de tamaños y formas no

presentaron diferencias, teniendo la media más alta la categoría P18 con 22.009 mg/plúmula del tratamiento con Laudis.

Cuadro 4.17. Comparación de medias para cada tamaño para peso seco de plúmula (mg/pl) en semilla de maíz en el genotipo DAS H1 en Sayula, Jalisco. 2009.

| | Laudis | Tronador | Finale | Marvel | Testigo |
|-----|----------|----------|---------|---------|----------|
| P14 | 17.71 a | 17.57 a | 19.35 a | 15.46 a | 17.63 a |
| P16 | 21.52 a | 18.66 a | 21.69 a | 18.63 a | 20.57 a |
| P18 | 22.00 a | 19.56 a | 20.53 a | 18.73 a | 21.23 a |
| R14 | 18.33 ab | 17.09 ab | 20.58 a | 14.26 b | 17.39 ab |
| R16 | 20.59 a | 16.83 a | 20.01 a | 17.38 a | 18.02 a |
| R18 | 20.64 a | 18.60 a | 19.38 a | 18.17 a | 18.58 a |

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

Peso seco de raíz (PSR)

En lo referente a esta variable, el genotipo DAS H1, el análisis de varianza refleja diferencias significativas, la comparación de medias (Cuadro 4.18), podemos observar que solamente en la semilla P14 presenta diferencias, donde la media más alta en este grupo está en la semilla proveniente con el Finale con 17.77 mg/raíz y la más baja la tiene en la semilla del tratamiento con Marvel con 14.09 mg/raíz; en esta característica se aprecia similitud en las medias entre las semillas planas y redondas de manera general, por lo que a medida que el tamaño de la semilla se incrementa de igual manera el peso de la raíz se incrementa.

Cuadro 4.18. Comparación de medias para cada tamaño en el peso seco de raíz (mg/pl) en semilla de maíz en el genotipo DAS H1 en Sayula, Jalisco. 2009.

| | Laudis | Tronador | Finale | Marvel | Testigo |
|-----|----------|----------|---------|---------|-----------|
| P14 | 17.41 ab | 14.66 bc | 17.77 a | 14.09 c | 15.84 abc |
| P16 | 20.98 a | 19.67 a | 21.60 a | 18.55 a | 19.52 a |
| P18 | 23.97 a | 22.33 a | 25.21 a | 22.04 a | 23.74 a |
| R14 | 18.67 a | 17.22 a | 18.05 a | 13.74 a | 16.24 a |
| R16 | 22.52 a | 19.96 a | 21.76 a | 19.28 a | 20.75 a |
| R18 | 22.15 a | 21.93 a | 24.26 a | 20.75 a | 23.55 a |

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

DAS H2

Germinación estándar (GE)

En el Cuadro 4.19 se muestra la comparación de medias de germinación, observándose diferencias estadísticas implicadas por la forma de la semilla, ya que solo en las categorías de la forma redonda se observaron valores de germinación más baja, en relación a la semilla plana, todo ello de manera general para todos los tratamientos, siendo más notorio en el tratamiento Marvel y en la categoría R18, quien tiene la germinación mas baja con un 76.75 por ciento.

Cuadro 4.19. Comparación de medias para cada tamaño en la prueba de germinación en semilla de maíz en el genotipo DAS H2 en Sayula, Jalisco. 2009.

| | Laudis | Tronador | Finale | Marvel | Testigo |
|-----|---------|----------|----------|---------|----------|
| P20 | 97.66 a | 97.33 a | 94.75 a | 90.00 a | 96.75 a |
| P22 | 97.50 a | 97.75 a | 97.50 a | 94.25 a | 94.50 a |
| P24 | 98.25 a | 98.25 a | 99.00 a | 94.25 a | 98.66 a |
| R18 | 91.00 a | 90.50 a | 89.00 a | 76.75 b | 85.25 ab |
| R20 | 95.00 a | 93.50 ab | 91.25 ab | 85.00 b | 94.00 ab |
| R22 | 97.50 a | 97.00 a | 94.50 ab | 90.50 b | 98.50 a |

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

Envejecimiento acelerado (EA)

En el Cuadro 4.20 se hace referencia a la comparación de medias, donde no existen diferencias estadísticas en la comparación de medias, en donde la media más alta la tiene la semilla P18 proveniente del tratamiento con Finale con 97.25 por ciento, sin embargo se observa que en la forma de la semilla, se tienen las medias más bajas al igual que en la germinación estándar en las semillas B18 quien muestra las medias más baja para esta variable.

Cuadro 4.20. Comparación de medias para cada tamaño en el envejecimiento acelerado en semilla de maíz en el genotipo DAS H2 en Sayula, Jalisco. 2009.

| | Laudis | Tronador | Finale | Marvel | Testigo |
|-----|---------|----------|---------|---------|---------|
| P20 | 93.00 a | 90.33 a | 86.50 a | 88.00 a | 90.25 a |
| P22 | 89.75 a | 90.50 a | 94.75 a | 94.75 a | 93.00 a |
| P24 | 95.00 a | 94.75 a | 97.25 a | 94.50 a | 95.00 a |
| R18 | 71.00 a | 67.75 a | 76.25 a | 73.00 a | 74.50 a |
| R20 | 79.75 a | 82.50 a | 82.25 a | 85.50 a | 83.25 a |
| R22 | 87.75 a | 88.50 a | 94.25 a | 88.25 a | 84.00 a |

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

Longitud media de plúmula (LMP)

En los que respecta a la variable de longitud media de plúmula (Cuadro 4.21), se observa que solo las categorías de semilla P20 y R22 no muestran diferencias estadísticas mientras que las categorías P22, P24, R18 y R20 mostraron diferencias significativas para esta variable, observándose que las medias más bajas siguen estando en las categorías redondas, y donde la media más baja está en la categoría R18 y con en el tratamiento Marvel con 8.53 cm.

Cuadro 4.21. Comparación de medias para cada tamaño en longitud media de plúmula (cm) en semilla de maíz en el genotipo DAS H2 en Sayula, Jalisco. 2009.

| | Laudis | Tronador | Finale | Marvel | Testigo |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|
| P20 | 10.78 a | 11.16 a | 11.76 a | 11.02 a | 12.22 a |
| P22 | 10.18 b | 11.96 a | 11.53 ab | 11.06 ab | 11.93 a |
| P24 | 9.94 b | 11.82 ab | 11.82 ab | 10.63 ab | 12.62 a |
| R18 | 10.16 ab | 10.80 a | 10.19 ab | 8.53 b | 10.10 ab |
| R20 | 10.03 ab | 10.89 ab | 9.80 ab | 9.10 b | 11.10 a |
| R22 | 10.38 a | 10.80 a | 9.02 a | 9.75 a | 11.23 a |

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

Peso seco de plúmula (PSP)

Para el genotipo DAS H2, el análisis de varianza mostró diferencias significativas y la comparación de medias (Cuadro 4.22) muestra que la semilla plana supero a la semilla redonda en acumulación de materia seca; más sin embargo, las diferencias estadísticas se observaron en la categoría P22 y P24, y se aprecia también que la media más alta estuvo en la semilla testigo

con 37.94 y 41.94 mg/plúmula respectivamente, y la media más baja se tuvo en el tratamiento con Laudis para ambos tamaños.

Cuadro 4.22. Comparación de medias para cada tamaño para peso seco de plúmula (mg/pl) en semilla de maíz en el genotipo DAS H2 en Sayula, Jalisco. 2009.

| | Laudis | Tronador | Finale | Marvel | Testigo |
|-----|---------|----------|----------|----------|---------|
| P20 | 28.12 a | 32.68 a | 31.54 a | 32.18 a | 33.63 a |
| P22 | 27.72 b | 36.38 a | 34.35 ab | 32.14 ab | 37.94 a |
| P24 | 28.24 b | 37.97 ab | 37.31 ab | 33.67 ab | 41.94 a |
| R18 | 24.04 a | 27.35 a | 26.11 a | 23.91 a | 26.73 a |
| R20 | 25.56 a | 30.33 a | 27.39 a | 26.21 a | 30.45 a |
| R22 | 27.52 a | 31.68 a | 28.81 a | 29.45 a | 31.99 a |

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

Peso seco de raíz (PSR)

Para el genotipo DAS H2, la comparación de medias no muestra diferencias, más sin embargo nos indica que la semilla plana tuvo valores más altos que la semilla redonda, por lo que indica que si influye la forma de la semilla en esta variable. Por lo que en la semilla plana, el valor más bajo lo mostró el tamaño P20 con 30.20 mg/raíz proveniente de la semilla cosechada del tratamiento con Finale y el más alto se dio en la semilla proveniente del tratamiento con Tronador con 42.23 mg/raíz. En cuanto a la semilla redonda podemos ver que el valor más bajo se dio en el tratamiento con Marvel en el tamaño R18 y el más alto en la semilla con Finale con 36.32 mg/raíz.

Cuadro 4.23. Comparación de medias para cada tamaño en el peso seco de raíz (mg/pl) en semilla de maíz en el genotipo DAS H2 en Sayula, Jalisco. 2009.

| | Laudis | Tronador | Finale | Marvel | Testigo |
|-----|---------|----------|---------|---------|---------|
| P20 | 36.62 a | 34.83 a | 30.20 a | 31.76 a | 32.10 a |
| P22 | 36.21 a | 37.58 a | 35.76 a | 32.94 a | 36.25 a |
| P24 | 38.22 a | 42.23 a | 39.38 a | 36.01 a | 39.00 a |
| R18 | 25.57 a | 26.36 a | 27.10 a | 23.57 a | 24.19 a |
| R20 | 31.64 a | 32.39 a | 32.65 a | 27.25 a | 29.34 a |
| R22 | 33.47 a | 35.01 a | 36.32 a | 32.92 a | 33.42 a |

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

DISCUSION

En base a los resultados obtenidos en la evaluación de los herbicidas en el cultivo de maíz, el herbicida Laudis y Finale aplicados correctamente son una muy buena opción de control postemergente, ya que logran tener un buen control de maleza mixta, pues el efecto fue muy similar en los dos genotipos utilizados. En lo que respecta al Tronador y Marvel son buenas opciones de control siempre y cuando la maleza a controlar sea solamente de hoja ancha, ya que no mostraron efecto de control sobre las malezas de hoja angosta, lo que limita su uso.

En relación a la fitotoxicidad al cultivo de maíz, el herbicida Laudis no mostró efectos sobre el cultivo coincidiendo con Medina *et al.* (2006) que no encontró efectos de toxicidad por Laudis en el maíz; para el caso del Tronador (Aminopyralid + 2,4-D) se tuvieron resultados similares a Esqueda *et al.* (2009), quien reporta que el aminopyralid + 2,4-D no causa efecto sobre pastos (gramíneas), lo que lo limita su uso al controlar solo las malezas de hoja ancha; el único que mostró síntomas ligeros sin efectos en el rendimiento sobre el cultivo fue el Finale, por ser un herbicida de contacto, por lo que se recomienda su aplicación dirigida a la maleza y utilizar campana para evitar el arrastre y

evitar daños al cultivo, por lo que el resto de los herbicidas no mostró síntomas de daño sobre el cultivo.

Para la variable de rendimiento, el mejor dato se obtuvo en el tratamiento con Laudis para los dos genotipos; donde el genotipo DAS H1 tuvo un rendimiento de 2.83 ton ha^{-1} y 5.49 ton ha^{-1} para el DAS H2, en el que se aprecia el potencial de cada genotipo, pues el genotipo DAS H2 tuvo un rendimiento casi el doble del genotipo DAS H1, por lo que se asume que el genotipo DAS H2 tiene mayor potencial, influenciado por un buen control de malezas, ya que muestra claramente su efecto en el rendimiento. En base a la clasificación de la semilla, y las características propias de cada genotipo, se obtuvieron tamaños diferentes en los dos genotipos utilizados, por lo que podemos entender que son genotipos con características totalmente diferentes.

Es importante analizar las categorías de tamaños y formas obtenidas de la clasificación de la semilla ya que en el genotipo DAS H1 prácticamente la mitad de la semilla obtenida está dentro de categorías que difícilmente son comerciables, por su tamaño tan chico, lo que lo pone en desventaja con el genotipo DAS H2 en el que casi el total de la semilla obtenida está dentro de las categorías comerciables lo que favorece su producción. Para la variable altura de planta en los dos genotipos DAS H1 y DAS H2 no se ve reflejado efecto de los herbicidas en esta variable evaluada, al igual que para la variable altura de mazorca no se observaron efectos significativos por causa de los herbicidas en ninguno de los dos genotipos mencionados.

Para el parámetro de germinación estándar el análisis estadístico en el genotipo DAS H1 podemos observar que no tuvo diferencias significativas entre los tamaños y forma de la semilla, ya que todas las categorías de semilla utilizada tienen buena capacidad de germinación; mientras que en el genotipo DAS H2, existen diferencias significativas en el que la media más baja se da en el tratamiento con Marvel en la categoría R18 con 76.75 por ciento de germinación, el resto de las categorías muestra un porcentaje de germinación aceptable.

En cuanto a las pruebas de vigor utilizadas, en lo que respecta para la prueba de envejecimiento acelerado el genotipo DAS H1 no muestra diferencias estadísticas entre las categorías para ningún de los tratamientos de herbicidas al igual que el genotipo DAS H2, más sin embargo el genotipo DAS H1 muestra mejores valores que el DAS H2 para este parámetro, destacando en el DAS H2 valores más bajos en la semilla redonda chica contra la semilla plana, coincidiendo con Valencia (2005) que la semilla plana y grande muestra mayor vigor que la semilla redonda de tamaño chico. En lo que respecta en forma general para el resto de las pruebas de vigor se observó que la semilla plana, muestra mayor vigor que la semilla de forma redonda y que el tamaño también influye pues entre más grande mostró mayor vigor que la semilla chica, coincidiendo con Verdugo (2005) en el que comenta que la semilla de mayor tamaño presentaron mayor vigor que las semillas pequeñas.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye lo siguiente:

1. El herbicida que obtuvo el mejor control de maleza en el cultivo de maíz durante los cuarenta y cinco días fue Laudis
2. El único herbicida que no mostró selectividad al cultivo fue el Finale
3. El control de malezas si tuvo efecto en el rendimiento, ya que el mejor rendimiento se obtuvo con Laudis, quien mostró 20% mas rendimiento de semilla que el testigo sin aplicar en los dos genotipos
4. La calidad de la semilla no mostró efecto por los herbicidas o control de malezas, sino más bien por la forma y tamaño de la semilla, ya que la semilla plana mostró mayor vigor que la semilla redonda, y la semilla entre más grande ya sea plana o redonda mostró mayor vigor que semilla chica.

RESUMEN

El trabajo de campo de la investigación se realizó en lotes de producción de semilla de maíz de la empresa Dow AgroSciences S.A. de C.V. en Sayula, Jalisco. Y la parte de Laboratorio se realizó en el Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas de La Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN). Los objetivos del presente trabajo de investigación fueron: Evaluar el efecto de los herbicidas en dos genotipos de maíz y su relación con el rendimiento y calidad de la semilla, y definir el mejor herbicida en dos genotipos de maíz y que genere mejor control y mayor selectividad al mismo.

El material genético que se utilizó fueron dos híbridos de cruce simple los cuales se denominaron DAS H1 y DAS H2, proporcionados por la empresa de semillas antes mencionada. La investigación se llevó a cabo en dos etapas, la primera consistió en la evaluación de los parámetros determinados en campo, y la segunda para las variables determinadas en laboratorio para evaluar la calidad de la semilla. Los resultados en la primera etapa para el control de malezas mostraron que el tratamiento con Laudis destacó por su efecto en el control de maleza mixta y no mostrar efectos de fitotoxicidad en aplicación total, comparado con el Finale que le siguió en eficiencia de control,

más sin embargo este último si se aplica al cultivo le causa fitotoxicidad. Los resultados de esta eficiencia de control se ve reflejado en los rendimientos de ambos genotipos utilizados en el que el genotipo DAS 1 obtuvo 2.83 ton ha⁻¹ y el DAS H2 alcanzó los 5.49 ton ha⁻¹ ambos en el tratamiento con Laudis mostraron mayor rendimiento. En lo que respecta a la altura de la planta y altura de la mazorca no se mostraron diferencias estadísticas para estos parámetros con respecto a ninguno de los tratamientos de herbicidas. La semilla obtenida fue clasificada en planas, redondas y por su tamaño; en el que en ambos genotipo se observa mayor proporción de tamaños redondas que planas, el tamaño y la forma plana de la semilla tuvo mayor impacto sobre la calidad.

En lo que respecta a las características fisiológicas se realizaron pruebas de germinación estándar, envejecimiento acelerado, longitud media de plúmula, peso seco de plúmula y peso seco de raíz para cada tamaño y forma para determinar la calidad de la semilla. Aunque en la comparación de medias en lo que fue la germinación solo muestra diferencias en el genotipo DAS H2, se observan valores más altos en las formas planos en ambos genotipos, en general para las el resto de la pruebas de vigor se obtuvieron valores más altos para la formas planas con respecto a semilla redonda e igual para tamaños más grandes que para semilla chica.

LITERATURA CITADA

- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1993. Seed vigor testing handbook. Contribution N^o. 32 AOSA. EUA. Pp. 32-34.
- Alister C. and M. Kogan. 2005. Efficacy of imidazolinone herbicides applied to imidazolinone-resistant maize and their carryover effect on rotational crops. *Crop Protection* 24: 375 - 379.
- Anderson, W.P. 1983. Weed Science Principles. 2^a ed. West Publishing Co. St. Paul. Minnesota. USA. 655 p.
- Anderson, W. P. 1996. Weed Science: Principles. 3rd edition. West Publishing Co., St.Paul, MN. 338 p.
- Ashton, F.M. and A.S. Crafts. 1981. Mode of action of herbicides. Wiley-Interscience. New York. 525 p.
- Baghestani, M.A., E. Zand., S. Soufizadeh., A. Eskandari., R. PourAzar. and M. Veys. 2007. Efficacy evaluation of some dual purpose herbicides to control weeds in maize (*Zea mays* L.) *Crop Protection*. 26: 936 - 942.
- Baumann, P.A., P.A. Dotray and E.P. Prostko. 1998. Herbicide mode of action and injury symptomology. Texas Agriculture Extension Service. The Texas A&M University System. SCS-1998-07. 10 p.
- Camacho, M. F. 1994. Dormición de semillas. 1^a ed. Trillas. México. pp. 9-12.
- Cavanaugh, K.J., B.R. Durgan, R.K. Zollinger and W.A. Selberg. 1998. Herbicide and nonherbicide injury symptoms on spring wheat and barley. North Dakota Extensión Service. BU-06967. 30 p.
- Chandler, J.M., A.S. Hamill, and A.G. Thomas. 1984. Crop losses due to weeds in Canada and the United States. Special report of the losses due to weeds committee. Weed Sci. Am. Champaign, IL. 22 pp.
- Cremllyn, R. 1982. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. 1^a ed. Limusa. México. pp. 317- 336.

- Delouche, H.H 1986. Physiological seed quality. Short course for seedsmen. Mississippi State University. 27: 51 – 59. USA. Devine, M.D., S.O. Duke and C. Fedtke. 1993. Physiology of Herbicide Action. Prentice Hall. Englewood Cliffs, NJ. 441 p.
- Domínguez V., J.A. 2009. Control de malezas en maíz. Revista Extensión al Campo. UACH. 2: 10-11.
- Douglas, J.E. 1982. Programas de semillas guía de planeación y manejo. 1ª ed. CIAT. Cali Colombia. p. 335.
- Duke, S.O. and F.E. Dayan. 2001. Classification and mode of action of the herbicides. In DePrado, R. y Jorrin, J.V. (Eds.) - Uso de Herbicidas en la Agricultura del Siglo XXI. pp: 31-44. Servicio de publicaciones, Universidad de Córdoba, España. 688 pp.
- Esqueda E., V.A., E. Rosales R. y O.H. Tosquy V. 2009. Efectividad de aminopyralid + 2,4-D sobre cuatro especies de malezas en pastizales tropicales. Agronomía Mesoamericana. 20(1): 71 - 79.
- FAO. 2008. Estadísticas Base de datos Fao stat. Importaciones. http://www.fao.org/index_es.htm. Fecha de consulta: 15 de febrero 2011.
- Flores, H. A. 2004. Introducción a la tecnología de semillas. 1ª ed. UACH. México. p.149.
- Funk, C. R., J.C. Anderson, M.W. Johnson and R.W. Atkinson. 1962. Effect of seed source and seed aging field and laboratory performance of field corn. *Crop Sci.* 2: 318-320.
- García T., L. y C. Fernández Q. 1991. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. 1ª. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp 27-76.
- Gómez, B. G. 1993. Control químico de la maleza. 1 ed. Trillas. México. pp. 7 - 40.
- González B., G. A., J.A. Fernández H. y S. Bañon A. 1993. Cultivo del esparrago verde en invernadero. 1ª ed. Mundi-Prensa. España. pp. 94 – 95.
- Grossmann K, Ehrhardt T. 2007. On the mechanism of action and selectivity of the corn herbicide topramezone: a new inhibitor of 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase. *Pest Manag Sci.* 63(5):429-39.
- Gunsolus, J.L. and W.S. Curran. 1996. Herbicide mode of action and injury symptoms. North Central Extension Publication 377. 14 p.

- Hartmann, H.T. y E.D. Kester. 1988. Propagación de plantas. 2^{da} ed. Continental. México. pp. 87 - 88.
- Heap, I. 2000. International Survey of Herbicide-Resistant Weeds. Classification of Herbicides by Mode of Action. www.weedscience.com
- Hunter, R.B. and L.W. Kannenberg. 1972. Effects of seed size on emergence, grain yield, and plant height in corn. *Can J. Plant Sci.* 52: 252 - 256.
- International Seed Testing Association (ISTA) 1996. International Rules for Seed Testing. *Seed Sci. and Technol.* 13(2): 299 - 355.
- Kreuz K. and R.P. Fonné. 1992. Herbicide insecticide interaction in maize: Malathion inhibits cytochrome P450-dependent primisulfuron metabolism. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 43: 232-240
- Kunert, K., G. Sandmann and P. Boger. 1987. Modes of action of diphenyl ethers. *Reviews of Weed Science* 3:35-56.
- Labrada, R., J.C. Caseley, y C. Parker. 1996. Manejo de malezas para países en desarrollo. 1^a ed. FAO. Roma, Italia. p. 3.
- Labrada, R. 2004. Manejo de malezas para países en desarrollo (Addendum 1). Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/007/y5031s/y5031s00.HTM>. FAO Roma. Fecha de consulta: 18 de mayo del 2009.
- Luke, K. 2002. Tolerance of maize genotypes to selected herbicides. Tesis Ph.D. University of Pretoria (South Africa). <http://proquest.umi.com/pqdweb?index=7&did=764990371&SrchMode=2&sid=4&Fmt=2&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1283560345&clientId=105891>
- Markwell, J., D. Namuth, e I. Hernández-Ríos. 2005. Introducción a los herbicidas que actúan a través de la fotosíntesis. Library of Crop Technology Lessons Modules. University of Nebraska, Lincoln. http://plantandsoil.unl.edu/croptechnology2005/weed_science/?what=topicsD&informationModuleId=1024932941&topicOrder=1&max=8&min=0&
- Martínez M., V. 1989. Efecto de las características físicas sobre la calidad de semillas de maíz (*Zea mays* L.). Tesis Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. p. 34.

- Medina, C.T., J.J. García, R., A.J. Gámez, R., J.A. Toledo, M., F. Santos, G. y G. Martínez, B. 2009. Evaluación del efecto residual de la mezcla de herbicidas laudis + maister sobre los principales cultivos que entran en rotación con el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el bajío. Memorias XXX Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Asocecima. Culiacán, Sinaloa.
- McDonald, M.B. 1982. The influence of seed size, shape and treatment on inbred seed corn quality. *Seed Sci. & Technol.* 10: 307-313.
- Moreno, M.E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3ª ed. Editorial. México. p 8.
- Murphy, T. R. 1999. Turfgrass herbicide mode of action and environmental fate. The University of Georgia. College of Agriculture and Environmental Sciences.
- National Academy of Sciences (NAS). 1978. Plantas nocivas y como combatirlas. 1ª ed. Limusa. México. p 96.
- Nissen, S., D. Namuth, e I. Hernández-Ríos. 2005. Introducción a los Inhibidores de la Síntesis de Aminoácidos Aromáticos. Library of Crop Technology Lessons. University of Nebraska, Lincoln. http://plantandsoil.unl.edu/croptechnology2005/weed_science/?what=topicsD&topicOrder=1&informationModuleId=1008088419
- Klingman, G.C., F.M. Asthon. 1980. Estudio de las plantas nocivas. 1ª ed. Limusa. México. pp. 24-26.
- Koeppe, M.K., C.M. Hirata., H. M. Brown., W.H. Kenyon., D.P. O'Keefe., S. C. Lau, W.T. Zimmerman and J.M. Green. 2000. Basis of Selectivity of the Herbicide Rimsulfuron in Maize. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 66: 170 - 181.
- Pataky, K.J., D.M. Meyer., D.M. Bollman., M.C. Boerboom., M.M. Williams. 2008. Genetic Basis for Varied Levels of Injury to Sweet Corn Hybrids from Three Cytochrome P450-metabolized Herbicides. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 133(3):438–447.
- Pérez P., J.E. 1991. Control de la maleza en hortalizas. Curso sobre manejo y control de malas hierbas. Asocecima. Acapulco, Gro. México. pp. 42 – 51.
- Peterson, D.E., C.R. Thompson, D.L. Regehr and K. Al-Khatib. 2001. Herbicide mode of action. Kansas State University. C-715. 24 p.

- Quintana C., M. 1992. Tamaño y forma de semilla de maíz (*Zea mays* L.) y su relación con calidad física y fisiológica. Tesis Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México. p. 67.
- Reedy, K.N., L.G. Heatherly, and A. Blaine. 1999. Weed management. *In: Soybean Production in the Midsouth*. L.G. Heatherly and H.F. Hodges, eds. CRC Press, FL. pp. 171 – 195.
- Regehr, D.L. and D.W. Morishita. 1989. Questions and answers on managing herbicide resistant weeds. Kansas State University Extension Publication MF-926. 10 p.
- Retzinger, E. J. and C. Mallory-Smith. 1997. Classification of herbicides by site of action for weed resistance management strategies. *Weed Technology* 11:384-393.
- Rodríguez, M.R. y C. de León. 2008. El cultivo de maíz temas selectos. 2008. 1ª ed. Mundi-Prensa. México. pp. 63 - 65.
- Rojas, G. y G. Vázquez. 1995. Manual de herbicidas y fitoreguladores. Aplicación y uso de productos agrícolas. 3ª ed. Limusa. México. pp. 12 - 55.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2009. Estadísticas Producción Agrícola.
http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350. Fecha consulta: 15 febrero 2011
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). 2009. Precios, Existencias y Estadísticas de Producción de Semilla.
<http://snics.sagarpa.gob.mx/Paginas/Inicio-SNICS.aspx> Fecha de consulta: 22 de marzo del 2011.
- Solleiro, J.L. 2007. Biotecnología agrícola en México. 1ª ed. México. p. 12.
- Sociedad Mexicana de la Ciencia de Maleza (SOMECIMA). 1986. Manual de herbicidas. Vol. 1. 115 p.
- Sterling, T.M., D. Namuth, e I. Hernández-Ríos. 2005. Introducción al mecanismo de acción de los herbicidas auxínicos - Parte 2. Library of Crop Technology Lessons Modules. University of Nebraska, Lincoln.
http://plantandsoil.unl.edu/croptechology2005/weed_science/?what=topicsD&topicOrder=1&informationModuleId=1042575278

- Stoller, E.W., S.K. Harrison, L.M. Wax, E.E. Reigner, and E.D. Nafziger. 1987. Weed interference in soybeans. *Reviews of Weed Science* 3: 155-181.
- Thomson, J.R. 1979. An introduction to seed technology. Thomson Litho Lts. East Kilbride. Scotland, Great Britain. pp. 1 -15.
- Urzúa, S.F. 2007. Control del zacate bermuda (*Cynodon dactylon*) en el cultivo de maíz en Chapingo, México. Memoria XXVIII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Asomecima. Mazatlán, Sinaloa.
- Valencia M., Y. 2005. Efecto de la morfología de la semilla de maíz (*Zea mays* L.) en el vigor bajo condiciones de envejecimiento acelerado. Tesis Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México. p 35.
- Vencill, W. K. 2002. *Herbicide Handbook*. Eighth Edition. Weed Science Society of America. Lawrence, KS. 493 p.
- Verdugo B., V.D. 2005. Clasificación por tamaños de semilla certificada de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) como factor de influencia en la siembra y comercialización. Tesis Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México. pp. 52 - 53.
- Vyn, D.J., J.C. Swanton., E.S. Weaver and H.P. Sikkema. 2006. Control of *Amaranthus tuberculatus* var. *rudis* (common waterhemp) with pre and post-emergence herbicides in *Zea mays* L. (maize). *Crop Protection*. 25: 1051 - 1056.
- Walker, K. A., S.M. Ridley, T. Lewis and J.L. Hardwood. 1989. Action of aryloxyphenoxy carboxylic acids on lipid metabolism. *Reviews of Weed Science* 4:71-84.

APENDICE

Cuadro A.1. Escala de puntuación propuesta por la EWRS (European Weed Research Society) para evaluar el control de maleza y fitotoxicidad al cultivo y su interpretación agronómica y porcentual.

| Valor puntual | Efecto sobre la maleza | Efecto sobre el cultivo | % de control de maleza | % de fitotoxicidad |
|-------------------------|---------------------------|---|------------------------|--------------------|
| 1 | Muerte completa | Sin efecto | 99.0 – 100 | 0 – 1.0 |
| 2 | Muy buen control | Síntoma muy ligeros | 96.5 – 99.0 | 1.0 – 3.5 |
| 3 | Buen control | Síntomas ligeros | 93.0 – 96.5 | 3.5 – 7.0 |
| 4 | Suficiente en la práctica | Síntomas que no se reflejan en el rendimiento | 87.5 – 93.0 | 7.0 – 12.5 |
| Limite de aceptabilidad | | | | |
| 5 | Control medio | Daño regular | 80.0 – 87.5 | 12.5 – 20.0 |
| 6 | Regular | Daños elevados | 70.0 – 80.0 | 20.0 – 30.0 |
| 7 | Pobre | Daños muy elevados | 50.0 – 70.0 | 30.0 – 50.0 |
| 8 | Muy pobre control | Daños severos | 1.0 – 50.0 | 50.0 -99.0 |
| 9 | Sin efecto | Muerte total | 0 – 1.0 | 99.0 – 100 |

Cuadro A.2. Análisis de regresión lineal del control de malezas sobre los días después de la aplicación en el genotipo DAS H1.

| Tratamiento | Maleza | Intercepto | Coeficiente | R ² |
|-------------|----------------------|------------|-------------|----------------|
| Laudis | <i>I. unisetus</i> | -148.43 | -0.46 | 0.99 |
| Laudis | <i>C. esculentus</i> | 46.47 | -0.62 | 0.83 |
| Laudis | <i>A. setosa</i> | 341.96 | -3.34 | 0.91 |
| Laudis | <i>S. adhaerens</i> | 93.35 | -0.76 | 0.67 |
| Laudis | <i>A. hybridus</i> | 142.67 | -1.28 | 0.81 |
| Tronador | <i>C. esculentus</i> | 27.33 | -3.20 | 0.15 |
| Tronador | <i>A. setosa</i> | 570.35 | -5.53 | 0.67 |
| Finale | <i>I. unisetus</i> | 52.04 | -0.53 | 0.98 |
| Finale | <i>C. esculentus</i> | 49.22 | -0.55 | 0.98 |
| Finale | <i>A. setosa</i> | 205.32 | -1.94 | 0.96 |
| Finale | <i>S. adhaerens</i> | 56.74 | -0.42 | 0.83 |
| Finale | <i>A. hybridus</i> | 129.00 | -1.12 | 0.67 |
| Marvel | <i>C. esculentus</i> | 37.78 | -1.39 | 0.77 |
| Marvel | <i>A. setosa</i> | 296.44 | -2.79 | 0.67 |

Cuadro A.3. Análisis de regresión lineal del control de malezas sobre los días después de la aplicación en el genotipo DAS H2.

| Tratamiento | Maleza | Intercepto | Coeficiente | R ² |
|-------------|---------------------------|------------|-------------|----------------|
| Laudis | <i>Solanum rostratum</i> | -109.82 | 1.39 | 0.44 |
| Laudis | <i>Setaria adhaerens</i> | -423.66 | 4.53 | 0.44 |
| Laudis | <i>Sorghum. halepense</i> | -125.69 | 1.55 | 0.44 |
| Tronador | <i>Solanum rostratum</i> | 129.00 | -1.12 | 0.67 |
| Tronador | <i>A. hybridus</i> | 129.0 | -1.12 | 0.67 |
| Finale | <i>Eleusine indica</i> | 98.30 | -1.17 | 0.84 |
| Finale | <i>Solanum rostratum</i> | 167.93 | -1.81 | 0.44 |
| Finale | <i>Setaria adhaerens</i> | 24.0 | 0 | 0 |
| Finale | <i>A. hybridus</i> | 213.0 | -2.24 | 0.67 |
| Finale | <i>Sorghum halepense</i> | -79.09 | 1.08 | .044 |
| Finale | <i>Cenchrus equinatus</i> | 24.0 | 0 | 0 |
| Marvel | <i>Solanum rostratum</i> | 101.0 | -0.84 | 0.67 |
| Marvel | <i>A. hybridus</i> | 89.90 | -0.72 | 0.26 |

Cuadro A.4. Cuadrados medios del análisis de varianza en el control de maleza por especie a los siete dda en el genotipo DAS H1 en el cultivo de maíz en Sayula, Jalisco. 2009.

| Fv | Gl | Cuadrados medios | | | | |
|-------|----|---------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | <i>Ixophorus unisetus</i> | <i>Cyperus esculentus</i> | <i>Acalypha setosa</i> | <i>Setaria adhaerens</i> | <i>Amaranthus hybridus</i> |
| Rep. | 3 | 112.54 * | 68.88 * | 0 | 0 | 0 |
| Trat. | 4 | 8520.51 * | 4437.84 * | 8000.0 ^{INFTY} | 12000.0 ^{INFTY} | 8000.0 ^{INFTY} |
| Error | 12 | 65.15 | 40.06 | 0 | 0 | 0 |
| C.V. | | 24.02 | 22.34 | 0 | 0 | 0 |

* Nivel de significancia al 0.05; Fv = Fuente de variación; Gl = Grados de libertad; Rep. = Repetición; Trat. = Tratamiento; C.V. = Coeficiente de variación.

Cuadro A.5. Cuadrados medios del análisis de varianza en el control de maleza por especie a los 14 dda en el genotipo DAS H1 en el cultivo de maíz en Sayula, Jalisco. 2009.

| Fv | Gl | Cuadrados medios | | | | |
|-------|----|---------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | <i>Ixophorus unisetus</i> | <i>Cyperus esculentus</i> | <i>Acalypha setosa</i> | <i>Setaria adhaerens</i> | <i>Amaranthus hybridus</i> |
| Rep. | 3 | 24.25* | 45.68 NS | 9.29* | 0 | 0 |
| Trat. | 4 | 7281.21* | 4075.48 * | 7872.93* | 12000 ^{INFTY} | 8000 ^{INFTY} |
| Error | 12 | 18.31 | 82.66 | 9.29 | 0 | 0 |
| C.V. | | 13.76 | 29.21 | 3.84 | 0 | 0 |

* Nivel de significancia al 0.05; Fv = Fuente de variación; Gl = Grados de libertad; Rep. = Repetición; Trat. = Tratamiento; C.V. = Coeficiente de variación.

Cuadro A.6. Cuadrados medios del análisis de varianza en el control de maleza por especie a los 30 dda en el genotipo DAS H1 en el cultivo de maíz en Sayula, Jalisco. 2009.

| Fv | Gl | Cuadrados medios | | | | |
|-------|----|---------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | <i>Ixophorus unisetus</i> | <i>Cyperus esculentus</i> | <i>Acalypha setosa</i> | <i>Setaria adhaerens</i> | <i>Amaranthus hybridus</i> |
| Rep. | 3 | 137.18* | 31.73* | 10.46* | 180* | 13.88* |
| Trat. | 4 | 2187.57* | 772.53* | 7515.11* | 10380* | 7847.22* |
| Error | 12 | 55.30 | 19.88 | 9.59 | 180 | 13.88 |
| C.V. | | 45.58 | 42.91 | 4.01 | 32.26 | 4.70 |

* Nivel de significancia al 0.05; Fv = Fuente de variación; Gl = Grados de libertad; Rep. = Repetición; Trat. = Tratamiento; C.V. = Coeficiente de variación.

Cuadro A.7. Cuadrados medios del análisis de varianza en el control de maleza por especie a los 45 dda en el genotipo DAS H1 en el cultivo de maíz en Sayula, Jalisco. 2009.

| Fv | Gl | Cuadrados medios | | | | |
|-------|----|---------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | <i>Ixophorus unisetus</i> | <i>Cyperus esculentus</i> | <i>Acalypha setosa</i> | <i>Setaria adhaerens</i> | <i>Amaranthus hybridus</i> |
| Rep. | 3 | 6.94 ns | 8.79* | 89.97* | 53.33 ns | 666.66* |
| Trat. | 4 | 143.35* | 130.70* | 6403.18* | 3053.33* | 6750.00* |
| Error | 12 | 12.16 | 10.08 | 24.64 | 253.33 | 250 |
| C.V. | | 79.81 | 76.26 | 6.98 | 91.82 | 22.58 |

* Nivel de significancia al 0.05; Fv = Fuente de variación; Gl = Grados de libertad; Rep. = Repetición; Trat. = Tratamiento; C.V. = Coeficiente de variación.

Cuadro A.8. Cuadrados medios del análisis de varianza en el control de maleza por especie a los siete dda en el genotipo DAS H2 en el cultivo de maíz en Sayula, Jalisco. 2009.

| Fv | Gl | Cuadrados medios | | | | | |
|-------|----|------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | <i>Eleusine indica</i> | <i>Solanum rostratum</i> | <i>Setaria adhaerens</i> | <i>Amaranthus hybridus</i> | <i>Sorghum halepense</i> | <i>Cenchrus echinatus</i> |
| Rep. | 3 | 145.17* | 205.0* | 80.0* | 500.0* | 336.80* | 125.0* |
| Trat. | 4 | 9983.2* | 7139.3* | 10830* | 7187.5* | 8145.8* | 9847.2* |
| Error | 12 | 145.17 | 89.37 | 30.0 | 187.50 | 145.8 | 125.0 |
| C.V. | | 33.33 | 12.68 | 14.41 | 18.25 | 36.68 | 31.2 |

* Nivel de significancia al 0.05; Fv = Fuente de variación; Gl = Grados de libertad; Rep. = Repetición; Trat. = Tratamiento; C.V. = Coeficiente de variación.

Cuadro A.9. Cuadrados medios del análisis de varianza en el control de maleza por especie a los 14 dda en el genotipo DAS H2 en el cultivo de maíz en Sayula, Jalisco. 2009.

| Fv | Gl | Cuadrados medios | | | | | |
|-------|----|------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | <i>Eleusine indica</i> | <i>Solanum rostratum</i> | <i>Setaria adhaerens</i> | <i>Amaranthus hybridus</i> | <i>Sorghum halepense</i> | <i>Cenchrus echinatus</i> |
| Rep. | 3 | 127.3* | 84.5* | 20.0* | 125.0* | 0 | 125.0* |
| Trat. | 4 | 8841.6* | 7501.2* | 11420* | 7625* | 12000.0 | 9847.2* |
| Error | 12 | 127.3 | 84.5 | 20.0 | 125.0 | 0 | 125.0 |
| C.V. | | 34 | 12.2 | 11.4 | 14.4 | 0 | 31.2 |

* Nivel de significancia al 0.05; Fv = Fuente de variación; Gl = Grados de libertad; Rep. = Repetición; Trat. = Tratamiento; C.V. = Coeficiente de variación.

Cuadro A.10. Cuadrados medios del análisis de varianza en el control de maleza por especie a los 30 dda en el genotipo DAS H2 en el cultivo de maíz en Sayula, Jalisco. 2009.

| Fv | Gl | Cuadrados medios | | | | | |
|-------|----|------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | <i>Eleusine indica</i> | <i>Solanum rostratum</i> | <i>Setaria adhaerens</i> | <i>Amaranthus hybridus</i> | <i>Sorghum halepense</i> | <i>Cenchrus echinatus</i> |
| Rep. | 3 | 50.9* | 84.5* | 20.0* | 125.0* | 0 | 125.0* |
| Trat. | 4 | 8180.5* | 7501.2* | 11420* | 7625.0* | 12000 INFTY | 9847.2* |
| Error | 12 | 50.9 | 84.5 | 20.0 | 125.0 | 0 | 125.0 |
| C.V. | | 23.1 | 12.2 | 11.46 | 14.4 | 0 | 31.2 |

* Nivel de significancia al 0.05; Fv = Fuente de variación; Gl = Grados de libertad; Rep. = Repetición; Trat. = Tratamiento; C.V. = Coeficiente de variación.

Cuadro A.11. Cuadrados medios del análisis de varianza en el control de maleza por especie a los 45 dda en el genotipo DAS H2 en el cultivo de maíz en Sayula, Jalisco. 2009.

| Fv | Gl | Cuadrados medios | | | | | |
|-------|----|------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | <i>Eleusine indica</i> | <i>Solanum rostratum</i> | <i>Setaria adhaerens</i> | <i>Amaranthus hybridus</i> | <i>Sorghum halepense</i> | <i>Cenchrus echinatus</i> |
| Rep. | 3 | 39.5* | 1845.6* | 20.0* | 1500.0* | 0 | 125.0* |
| Trat. | 4 | 8073.9* | 5669.3* | 11420.0* | 5750.0* | 12000 INFTY | 9847.2* |
| Error | 12 | 39.5 | 824.8 | 20.0 | 250.0 | 0 | 125.0 |
| C.V. | | 20.7 | 45.16 | 11.4 | 24.3 | 0 | 31.2 |

* Nivel de significancia al 0.05; Fv = Fuente de variación; Gl = Grados de libertad; Rep. = Repetición; Trat. = Tratamiento; C.V. = Coeficiente de variación.

Cuadro A.12. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en laboratorio, en la categoría de semilla P14 en el genotipo DAS H1, Sayula, Jalisco. 2009.

| Fv | Gl | Cuadrados medios | | | | |
|-------------|----|------------------|------------|--------|---------|---------|
| | | Germ. | Env. Acel. | LMP | PSP | PSR |
| Repetición | 3 | 6.18 * | 3.06 ns | 0.90 * | 1.13 ns | 4.15 ns |
| Tratamiento | 4 | 1.92 ns | 5.20 * | 0.26 * | 7.63 * | 10.56 * |
| Error | 12 | 3.55 | 6.90 | 0.41 | 3.13 | 1.74 |
| C.V. | | 1.93 | 2.75 | 5.79 | 10.08 | 8.27 |

* Nivel de significancia al 0.05; Fv = Fuente de variación; Gl = Grados de libertad; Germ.=Germinación; Env. Acel. = Envejecimiento acelerado; LMP = Longitud media de plúmula; PSP = Peso seco de plúmula; PSR = Peso seco de raíz; C.V. = Coeficiente de variación.

Cuadro A.13. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en laboratorio, en la categoría de semilla P16 en el genotipo DAS H1, Sayula, Jalisco. 2009.

| Fv | Gl | Cuadrados medios | | | | |
|-------------|----|------------------|------------|---------|--------|---------|
| | | Germ. | Env. Acel. | LMP | PSP | PSR |
| Repetición | 3 | 1.73 ns | 6.85 * | 1.17 * | 4.95 * | 8.77 * |
| Tratamiento | 4 | 3.67 * | 6.70 * | 0.61 ns | 8.92 * | 5.94 ns |
| Error | 12 | 3.77 | 8.43 | 0.97 | 3.71 | 7.48 |
| C.V. | | 1.98 | 3.02 | 9.33 | 9.52 | 13.63 |

* Nivel de significancia al 0.05; Fv = Fuente de variación; Gl = Grados de libertad; Germ.=Germinación; Env. Acel. = Envejecimiento acelerado; LMP = Longitud media de plúmula; PSP = Peso seco de plúmula; PSR = Peso seco de raíz; C.V. = Coeficiente de variación.

Cuadro A.14. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en laboratorio, en la categoría de semilla P18 en el genotipo DAS H1, Sayula, Jalisco. 2009.

| Fv | Gl | Cuadrados medios | | | | |
|-------------|----|------------------|------------|---------|---------|---------|
| | | Germ. | Env. Acel. | LMP | PSP | PSR |
| Repetición | 3 | 2.18 ns | 0.93 ns | 0.23 ns | 1.43 ns | 13.15 * |
| Tratamiento | 4 | 0.95 * | 4.05 * | 0.54 ns | 6.77 * | 6.70 * |
| Error | 12 | 2.51 | 3.35 | 1.05 | 6.48 | 6.47 |
| C.V. | | 1.62 | 1.88 | 10.38 | 12.47 | 10.84 |

* Nivel de significancia al 0.05; Fv = Fuente de variación; Gl = Grados de libertad; Germ.=Germinación; Env. Acel. = Envejecimiento acelerado; LMP = Longitud media de plúmula; PSP = Peso seco de plúmula; PSR = Peso seco de raíz; C.V. = Coeficiente de variación.

Cuadro A.15. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en laboratorio, en la categoría de semilla R14 en el genotipo DAS H1, Sayula, Jalisco. 2009.

| Fv | Gl | Cuadrados medios | | | | |
|-------------|----|------------------|------------|--------|---------|--------|
| | | Germ. | Env. Acel. | LMP | PSP | PSR |
| Repetición | 3 | 12.68 * | 6.45 ns | 0.62 * | 2.58 * | 3.64 * |
| Tratamiento | 4 | 1.22 ns | 26.71 * | 0.75 * | 12.28 * | 9.96 * |
| Error | 12 | 4.10 | 20.42 | 0.15 | 1.58 | 2.70 |
| C.V. | | 2.12 | 4.93 | 3.87 | 7.06 | 9.53 |

* Nivel de significancia al 0.05; Fv = Fuente de variación; Gl = Grados de libertad; Germ.=Germinación; Env. Acel. = Envejecimiento acelerado; LMP = Longitud media de plúmula; PSP = Peso seco de plúmula; PSR = Peso seco de raíz; C.V. = Coeficiente de variación.

Cuadro A.16. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en laboratorio, en la categoría de semilla R16 en el genotipo DAS H1, Sayula, Jalisco. 2009.

| Fv | Gl | Cuadrados medios | | | | |
|-------------|----|------------------|------------|--------|---------|--------|
| | | Germ. | Env. Acel. | LMP | PSP | PSR |
| Repetición | 3 | 14.40 * | 2.80 ns | 1.11 * | 3.71 * | 4.71 * |
| Tratamiento | 4 | 12.05 * | 2.95 ns | 1.60 * | 10.93 * | 6.86 * |
| Error | 12 | 4.31 | 18.55 | 0.56 | 5.97 | 6.81 |
| C.V. | | 2.16 | 4.60 | 8.12 | 13.15 | 12.51 |

* Nivel de significancia al 0.05; Fv = Fuente de variación; Gl = Grados de libertad; Germ.=Germinación; Env. Acel. = Envejecimiento acelerado; LMP = Longitud media de plúmula; PSP = Peso seco de plúmula; PSR = Peso seco de raíz; C.V. = Coeficiente de variación.

Cuadro A.17. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en laboratorio, en la categoría de semilla R18 en el genotipo DAS H1, Sayula, Jalisco. 2009.

| Fv | Gl | Cuadrados medios | | | | |
|-------------|----|------------------|------------|--------|---------|---------|
| | | Germ. | Env. Acel. | LMP | PSP | PSR |
| Repetición | 3 | 9.13 * | 5.38 ns | 0.73 * | 2.05 ns | 21.19 * |
| Tratamiento | 4 | 17.80 * | 2.45 ns | 1.13 * | 3.82 * | 7.70 * |
| Error | 12 | 3.30 | 11.21 | 0.59 | 4.23 | 5.76 |
| C.V. | | 1.90 | 3.66 | 8.73 | 10.78 | 10.65 |

* Nivel de significancia al 0.05; Fv = Fuente de variación; Gl = Grados de libertad; Germ.=Germinación; Env. Acel. = Envejecimiento acelerado; LMP = Longitud media de plúmula; PSP = Peso seco de plúmula; PSR = Peso seco de raíz; C.V. = Coeficiente de variación.

Cuadro A.18. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en laboratorio, en la categoría de semilla P20 en el genotipo DAS H2, Sayula, Jalisco. 2009.

| Fv | Gl | Cuadrados medios | | | | |
|-------------|----|------------------|------------|--------|---------|---------|
| | | Germ. | Env. Acel. | LMP | PSP | PSR |
| Repetición | 3 | 46.59 * | 205.87 * | 1.32 * | 3.05 ns | 12.23 * |
| Tratamiento | 4 | 17.05 * | 12.75 ns | 1.49 * | 15.40 * | 19.49* |
| Error | 12 | 13.67 | 64.75 | 1.10 | 20.32 | 13.96 |
| C.V. | | 3.87 | 8.99 | 9.15 | 14.19 | 11.36 |

* Nivel de significancia al 0.05; Fv = Fuente de variación; Gl = Grados de libertad; Germ.=Germinación; Env. Acel. = Envejecimiento acelerado; LMP = Longitud media de plúmula; PSP = Peso seco de plúmula; PSR = Peso seco de raíz; C.V. = Coeficiente de variación.

Cuadro A.19. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en laboratorio, en la categoría de semilla P22 en el genotipo DAS H2, Sayula, Jalisco. 2009.

| Fv | Gl | Cuadrados medios | | | | |
|-------------|----|------------------|------------|--------|---------|---------|
| | | Germ. | Env. Acel. | LMP | PSP | PSR |
| Repetición | 3 | 11.53 * | 34.18 * | 0.44 * | 5.31 ns | 9.13 ns |
| Tratamiento | 4 | 12.42 * | 21.92 * | 2.19 * | 63.81 * | 11.69 * |
| Error | 12 | 8.49 | 21.39 | 0.45 | 14.43 | 16.03 |
| C.V. | | 3.02 | 4.99 | 5.97 | 11.27 | 11.19 |

* Nivel de significancia al 0.05; Fv = Fuente de variación; Gl = Grados de libertad; Germ.=Germinación; Env. Acel. = Envejecimiento acelerado; LMP = Longitud media de plúmula; PSP = Peso seco de plúmula; PSR = Peso seco de raíz; C.V. = Coeficiente de variación.

Cuadro A.20. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en laboratorio, en la categoría de semilla P24 en el genotipo DAS H2, Sayula, Jalisco. 2009.

| Fv | Gl | Cuadrados medios | | | | |
|-------------|----|------------------|------------|---------|---------|----------|
| | | Germ. | Env. Acel. | LMP | PSP | PSR |
| Repetición | 3 | 2.74 ns | 18.07 * | 0.34 ns | 2.41 ns | 10.90 ns |
| Tratamiento | 4 | 15.12 * | 4.91 ns | 4.34 * | 94.37 * | 20.17 ns |
| Error | 12 | 7.15 | 17.48 | 0.71 | 20.0 | 31.69 |
| C.V. | | 2.73 | 4.38 | 7.48 | 12.54 | 14.44 |

* Nivel de significancia al 0.05; Fv = Fuente de variación; Gl = Grados de libertad; Germ.=Germinación; Env. Acel. = Envejecimiento acelerado; LMP = Longitud media de plúmula; PSP = Peso seco de plúmula; PSR = Peso seco de raíz; C.V. = Coeficiente de variación.

Cuadro A.21. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en laboratorio, en la categoría de semilla R18 en el genotipo DAS H2, Sayula, Jalisco. 2009.

| Fv | Gl | Cuadrados medios | | | | |
|-------------|----|------------------|------------|---------|--------|---------|
| | | Germ. | Env. Acel. | LMP | PSP | PSR |
| Repetición | 3 | 7.13 ns | 14.46 ns | 0.17 ns | 9.23 * | 10.59 * |
| Tratamiento | 4 | 139.12 * | 43.12 ns | 2.84 * | 9.87 * | 8.66 * |
| Error | 12 | 29.25 | 80.09 | 0.96 | 8.85 | 8.39 |
| C.V. | | 6.25 | 12.34 | 9.84 | 11.60 | 11.42 |

* Nivel de significancia al 0.05; Fv = Fuente de variación; Gl = Grados de libertad; Germ.=Germinación; Env. Acel. = Envejecimiento acelerado; LMP = Longitud media de plúmula; PSP = Peso seco de plúmula; PSR = Peso seco de raíz; C.V. = Coeficiente de variación.

Cuadro A.22. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en laboratorio, en la categoría de semilla R20 en el genotipo DAS H2, Sayula, Jalisco. 2009.

| Fv | Gl | Cuadrados medios | | | | |
|-------------|----|------------------|------------|---------|---------|---------|
| | | Germ. | Env. Acel. | LMP | PSP | PSR |
| Repetición | 3 | 28.58 * | 206.58* | 0.20 ns | 9.79 * | 19.48 * |
| Tratamiento | 4 | 64.50 * | 17.07 ns | 2.66 | 20.94 * | 21.26 * |
| Error | 12 | 19.33 | 71.20 | 0.76 | 12.21 | 12.18 |
| C.V. | | 4.79 | 10.20 | 8.58 | 12.48 | 11.38 |

* Nivel de significancia al 0.05; Fv = Fuente de variación; Gl = Grados de libertad; Germ.=Germinación; Env. Acel. = Envejecimiento acelerado; LMP = Longitud media de plúmula; PSP = Peso seco de plúmula; PSR = Peso seco de raíz; C.V. = Coeficiente de variación.

Cuadro A.23. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en laboratorio, en la categoría de semilla R22 en el genotipo DAS H2, Sayula, Jalisco. 2009.

| Fv | Gl | Cuadrados medios | | | | |
|-------------|----|------------------|------------|--------|---------|----------|
| | | Germ. | Env. Acel. | LMP | PSP | PSR |
| Repetición | 3 | 1.20 ns | 170.58 * | 0.90 * | 22.88 * | 11.97 ns |
| Tratamiento | 4 | 41.20 * | 53.92 * | 3.05 * | 14.61 * | 7.92 ns |
| Error | 12 | 4.53 | 57.79 | 1.04 | 11.72 | 20.39 |
| C.V. | | 2.22 | 8.58 | 9.99 | 11.45 | 13.19 |

* Nivel de significancia al 0.05; Fv = Fuente de variación; Gl = Grados de libertad; Germ.=Germinación; Env. Acel. = Envejecimiento acelerado; LMP = Longitud media de plúmula; PSP = Peso seco de plúmula; PSR = Peso seco de raíz; C.V. = Coeficiente de variación.