

5/20/14

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS



**EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DEL
HERBICIDA ACETOCLOR SOBRE EL CONTROL DE
MALEZA Y TOXICIDAD AL AGAVE (*Agave tequilana*
Weber var. azul)**

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO
P R E S E N T A N
ANA BERTHA MORALES VILLARREAL
MIGUEL SANDOVAL ORTIZ
LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL., ENERO DE 2005



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO
COMITE DE TITULACION

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA
DIRECTOR DE LA DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS
PRESENTE

Con toda atención nos permitimos hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobada la modalidad de titulación INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO, opción SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, con el título:

"EVALUACION DE LA EFECTIVIDAD BIOLOGICA DEL HERBICIDA ACETOCLOR SOBRE EL CONTROL DE MALEZA Y TOXICIDAD AL AGAVE (Agave tequilana Weber var. azul)

El cual fue presentado por él (los) pasante(s):

ANA BERTHA MORALES VILLARREAL

El Comité de Titulación, designó como director y asesores, respectivamente, a los profesores:

DR. ENRIQUE PIMIENTA BARRIOS	DIRECTOR
ING. BENITO MONROY REYES	ASESOR
M.C. CARLOS MANUEL DURAN MARTINEZ	ASESOR

Una vez concluido el trabajo de titulación, el Comité de Titulación designó como sinodales a los profesores:

M.C. RAMON RODRIGUEZ RUVALCABA	PRESIDENTE
M.C. CARLOS MANUEL DURAN MARTINEZ	SECRETARIO
ING. BENITO MONROY REYES	VOCAL

Se hace constar que se han cumplido los requisitos que establece la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara, en lo referente a la titulación, así como el Reglamento del Comité de Titulación.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"

Las Agujas, Zapopan, Jal. a 11 de enero de 2005.

M.C. SALVADOR GONZALEZ LUNA
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

DRA. MARIA LUISA GARCIA SAHAGUN
SECRETARIO DEL COMITE DE TITULACION



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO
COMITE DE TITULACION

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA
DIRECTOR DE LA DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS
PRESENTE

Con toda atención nos permitimos hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobada la modalidad de titulación INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO, opción SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, con el título:

"EVALUACION DE LA EFECTIVIDAD BIOLOGICA DEL HERBICIDA ACETOCLOR SOBRE EL CONTROL DE MALEZA Y TOXICIDAD AL AGAVE (Agave tequilana Weber var. azul)

El cual fue presentado por él (los) pasante(s):

MIGUEL SANDOVAL ORTIZ

El Comité de Titulación, designó como director y asesores, respectivamente, a los profesores:

DR. ENRIQUE PIMIENTA BARRIOS	DIRECTOR
ING. BENITO MONROY REYES	ASESOR
M.C. CARLOS MANUEL DURAN MARTINEZ	ASESOR

Una vez concluido el trabajo de titulación, el Comité de Titulación designó como sinodales a los profesores:

M.C. RAMON RODRIGUEZ RUVALCABA	PRESIDENTE
M.C. CARLOS MANUEL DURAN MARTINEZ	SECRETARIO
ING. BENITO MONROY REYES	VOCAL

Se hace constar que se han cumplido los requisitos que establece la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara, en lo referente a la titulación, así como el Reglamento del Comité de Titulación.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"

Las Agujas, Zapopan, Jal. a 11 de enero de 2005.

M.C. SALVADOR GONZALEZ LUNA
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

DRA. MARIA LUISA GARCIA SAHAGUN
SECRETARIO DEL COMITE DE TITULACION

DEDICATORIAS

A mi mamá Ana Bertha Villarreal Carrillo† por su ejemplo y apoyo incondicional que siempre me ha dado para seguir adelante.

A mis Hermanos; Fernando, Norma, Mario y Ernesto por su cariño y apoyo.

A mis mejores amigas J. Manuela, Fatima, Nancy, Noemí, Gris por su cariño apoyo y consejos que me han brindado y gracias a ello he podido llegar a la realización de mis metas. Y desde luego por compartir momentos de alegría y tristeza así como por ser mis confidentes.

A Felipe de Jesús Fernández Garcia y Gabriela Velásquez quien para mi son unas personas muy especiales que gracias a su apoyo y su cariño incondicional que siempre me han brindado he concluido esta etapa de mi vida profesional y humana.

A la Familia Fernández Garcia por su apoyo y por hacerme sentir como miembros de su familia.

A todos mis amigos y compañeros de Estudios Arnulfo ,Jorge, Miguel, Alejandro, Pedro Florencio Francisco, Jesús, Guillermo, Eduardo, Imelda, Violeta, Oswaldo, quienes me acompañaron en mis travesuras.

A mis compañeros Raúl y Felipe que a quienes Dios se los quiso llevar muy pronto y no pudieron concluir con su carrera y siempre los recordare con mucho cariño.

A mis amigos de siempre Carlos, Peque, Alejandra y Karla por su cariño y Hacer más grata mi vida.

A todas aquellas personas que por lo menos algún día me brindaron su amistad y compartí momentos especiales con ellos en toda la carrera.

A Dios por dejarme llegar hasta donde estoy y por darme un consuelo en todos los momentos de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guadalajara que por su loable función social me permitió la oportunidad de acceder a una formación profesional de calidad y sentido de responsabilidad social y en especial a la División de Ciencias Agronómicas del CUCBA.

A mi Director de tesis, Dr. Enrique Pimienta Barrios, por su invaluable aportación académica, apoyo incondicional, paciencia y confianza, durante mi formación profesional y humana, especialmente para la realización de mi trabajo.

A los asesores y sinodales de este trabajo por su colaboración en la asesoría y revisión de este trabajo de tesis.

A mis mejores maestros; Dr. Enrique Pimienta, M.C. Salvador Hurtado de la Peña, M.C. Diego Vargas Canela, M.C. Jose de Jesús Batista Rodríguez, Ing. Juan Bojorquez, Dra. María Luisa García, M.C. Eduardo Rodríguez, Ing. Eleno Félix Fregoso, M.C. Gil Virgen Calleros, Ing. Eduardo Villarruel que a través del curso de mis estudios me transmitieron sus conocimientos y experiencias que fueron importantes para mi formación profesional.

CONTENIDO

Índice de figuras	i
Índice de cuadros	ii
RESUMEN	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
Importancia y justificación	1
Objetivo	3
Objetivo general	3
Objetivos particulares	3
Hipótesis	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
Daños causados a cultivos por la competencia de maleza	4
Competencia por luz	6
Competencia por nutrimentos del suelo	6
Efecto de los herbicidas sobre la comunidad de maleza	10
Descripción de los herbicidas Acetoclor y Tebuthiuron	12
Acetoclor	12
Formulación del herbicida Acetoclor	13
Modo de acción	13
Tebuthiuron	14
Formulación de Tebuthiuron	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS	15
Descripción del área de estudio	15
Fisiografía de la región del municipio de Tequila, Jalisco	15
Clima	15
Vegetación	15
Suelo	16
Topografía	16
Localización del sitio experimental	16
Variables físicas de ambiente del sitio de estudio	16
Tratamientos herbicidas evaluados	17

Diseño experimental	17
Tamaño de la unidad experimental	17
Tamaño de la parcela útil	18
Desarrollo del experimento	19
Aplicación de los tratamientos	19
Método de evaluación de la efectividad biológica	19
Evaluación cualitativa	19
Evaluación cuantitativa	20
Estimación de la biomasa aérea fresca de maleza	20
Evaluación de la toxicidad	20
Análisis de datos	20
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
Condiciones ambientales específicas del sitio de estudio	21
Control de especies de hoja angosta (monocotiledóneas)	22
Control de especies de hoja ancha (dicotiledóneas)	28
Toxicidad al cultivo	34
5. CONCLUSIONES	35
6. LITERATURA CITADA	37
Anexo 1. Medias de porcentajes de evaluación del control de especies de maleza	42

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Molécula del herbicida Acetochlor	13
2. Molécula del herbicida Tebutiuron	14
3. Condiciones ambientales específicas del sitio de estudio	21

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamiento herbicidas pre-emergentes evaluados en agave (Agave tequilana Weber var. azul)	18
Cuadro 2. Distribución de los tratamientos en campo	18
Cuadro 3. Porcentaje de control visual por especie de maleza de hoja angosta (monocotiledóneas) a los 10 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (Agave tequilana Weber var. azul)	23
Cuadro 4. Porcentaje de control visual por especie de maleza de hoja angosta (monocotiledóneas) a los 20 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (Agave tequilana Weber var. azul)	24
Cuadro 5. Porcentaje de control visual por especie de maleza de hoja angosta (monocotiledóneas) a los 30 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (Agave tequilana Weber var. azul)	24
Cuadro 6. Porcentaje de control visual por especie de maleza de hoja angosta (monocotiledóneas) a los 45 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (Agave tequilana Weber var. azul)	25
Cuadro 7. Porcentaje de control visual total para especies de maleza de hoja angosta (monocotiledóneas) a los 10, 20, 30 y 45 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (Agave tequilana Weber var. Azul) en Tequila, Jalisco	26
Cuadro 8. Número de individuos de especies de maleza de hoja angosta (monocotiledóneas) presentes / 0.25 m ² a los 20 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (Agave tequilana Weber var. azul)	27

Cuadro 9. Número de especies de maleza de hoja angosta (monocotiledóneas) presentes / 0.25 m ² a los 45 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (Agave tequilana Weber var. azul)	27
Cuadro 10. Producción de biomasa fresca aérea por especie y total de maleza de hoja angosta presentes / 0.25 m ² (monocotiledóneas) a los 30 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (Agave tequilana Weber var. azul)	28
Cuadro 11. Porcentaje de control visual por especie de maleza de hoja ancha (dicotiledóneas) a los 10 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (Agave tequilana Weber var. azul)	29
Cuadro 12. Porcentaje de control visual por especie de maleza de hoja ancha (dicotiledóneas) a los 20 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (Agave tequilana Weber var. azul)	30
Cuadro 13. Porcentaje de control visual por especie de maleza de hoja ancha (dicotiledóneas) a los 30 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (Agave tequilana Weber var. azul)	30
Cuadro 14. Porcentaje de control visual por especie de maleza de hoja ancha (dicotiledóneas) a los 45 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (Agave tequilana Weber var. azul)	31
Cuadro 15. Porcentaje de control visual total para especies de maleza de hoja ancha (dicotiledóneas) a los 10,20,30 y 45 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (Agave tequilana Weber var. Azul) en Tequila, Jalisco	32
Cuadro 16. Número de individuos de especies de maleza de hoja ancha (dicotiledóneas) presentes / 0.25 m ² a los 20 y 45 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (Agave tequilana Weber var. azul)	33
Cuadro 17. Producción total de biomasa fresca aérea de maleza de hoja ancha (dicotiledóneas) presentes / 0.25 m ² a los 30 días después de la	

aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (Agave tequilana Weber var. azul)	34
Toxicidad al cultivo	34
5. Conclusiones	35
6. Bibliografía	37

CUADROS ANEXO

Cuadro 18. Medias de la primera evaluación visual de la especie <i>Eleusine indica</i> a los 10 dda	42
Cuadro 19. Medias de la segunda evaluación visual de la especie <i>Eleusine indica</i> a los 20 dda	42
Cuadro 20. Medias de la tercera evaluación visual de la especie <i>Eleusine indica</i> a los 30 dda	42
Cuadro 21. Medias de la cuarta evaluación visual de la especie <i>Eleusine indica</i> a los 45 dda	43
Cuadro 22. Medias de la primera evaluación visual de la especie <i>Digitaria sanguinalis</i> a los 10 dda	43
Cuadro 23. Medias de la segunda evaluación visual de la especie <i>Digitaria sanguinalis</i> a los 20 dda	43
Cuadro 24. Medias de la tercera evaluación visual de la especie <i>Digitaria sanguinalis</i> a los 30 dda	44
Cuadro 25. Medias de la cuarta evaluación visual de la especie <i>Digitaria sanguinalis</i> a los 45 dda	44
Cuadro 26. Medias de la primera evaluación visual del total de hoja angosta a los 10 dda	44
Cuadro 27. Medias de la segunda evaluación visual del total de hoja angosta a los 20 dda	45
Cuadro 28. Medias de la tercera evaluación visual del total de hoja angosta a los 30 dda	45
Cuadro 29. Medias de la cuarta evaluación visual del total de hoja angosta a los 45 dda	45
Cuadro 30. Medias del primer conteo de <i>Eleusine indica</i> a los 20 dda	46

Cuadro 31. Medias del segundo conteo de <i>Eleusine indica</i> a los 45 dda	46
Cuadro 32. Medias de producción de biomasa aérea fresca de <i>Eleusine indica</i> a los 30 dda	46
Cuadro 33. Medias de producción de biomasa aérea fresca de <i>Digitaria sanguinalis</i> a los 30 dda	47
Cuadro 34. Medias de la primera evaluación visual de la especie <i>Ipomoea purpurea</i> a los 10 dda	47
Cuadro 35. Medias de la segunda evaluación visual de la especie <i>Ipomoea purpurea</i> a los 20 dda	47
Cuadro 36. Medias de la tercera evaluación visual de la especie <i>Ipomoea purpurea</i> a los 30 dda	48
Cuadro 37. Medias de la cuarta evaluación visual de la especie <i>Ipomoea purpurea</i> a los 45 dda	48
Cuadro 38. Medias de la primera evaluación visual de la especie <i>Ipomoea pedatisecta</i> a los 10 dda	48
Cuadro 39. Medias de la segunda evaluación visual de la especie <i>Ipomoea pedatisecta</i> a los 20 dda	49
Cuadro 40. Medias de la tercera evaluación visual de la especie <i>Ipomoea pedatisecta</i> a los 30 dda	49
Cuadro 41. Medias de la cuarta evaluación visual de la especie <i>Ipomoea pedatisecta</i> a los 45 dda	49
Cuadro 42. Medias de la primera evaluación visual de la especie <i>Euphorbia sp.</i> a los 10 dda	50
Cuadro 43. Medias de la segunda evaluación visual de la especie <i>Euphorbia sp.</i> a los 20 dda	50
Cuadro 44. Medias de la tercera evaluación visual de la especie <i>Euphorbia sp.</i> a los 30 dda	50
Cuadro 45. Medias de la cuarta evaluación visual de la especie <i>Euphorbia sp.</i> a los 45 dda	51
Cuadro 46. Medias de la primera evaluación visual de la especie <i>Portulaca oleracea</i> a los 10 dda	51

Cuadro 47. Medias de la segunda evaluación visual de la especie <i>Portulaca oleracea</i> a los 20 dda	51
Cuadro 48. Medias de la tercera evaluación visual de la especie <i>Portulaca oleracea</i> a los 30 dda	52
Cuadro 49. Medias de la cuarta evaluación visual de la especie <i>Portulaca oleracea</i> a los 45 dda	52
Cuadro 50. Control total primera evaluación visual	52
Cuadro 51. Primera evaluación visual de hoja ancha	53
Cuadro 52. Primera evaluación visual de especies de hoja angosta	53
Cuadro 53. Control total segunda evaluación visual	53
Cuadro 54. Control total tercera evaluación visual	54
Cuadro 55. Control total cuarta evaluación visual	54
Cuadro 56. Segunda evaluación de especies de hoja ancha	54
Cuadro 57. Tercera evaluación visual de especies de hoja ancha	55
Cuadro 58. Cuarta evaluación visual de especies de hoja ancha	55
Cuadro 59. Segunda evaluación visual de especies de hojas angosta	55
Cuadro 60. Tercera evaluación de especies de hoja angosta	56
Cuadro 61. Cuarta evaluación visual de especies de hoja angosta	56

RESUMEN

Uno de los componentes de la tecnología utilizada de manera extensiva en el cultivo de agave (*Agave tequilana* Weber var. Azul) es el uso de herbicidas preemergentes para el control de maleza. Sin embargo, esta tecnología si bien ha resuelto, en el sentido estricto de la palabra, los problemas de invasión de maleza en el cultivo de agave, también a tenido un fuerte impacto ambiental, en particular, sobre la erosión y pérdida de suelos. El objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad biológica del herbicida Acetoclor en el control de maleza y toxicidad al cultivo de agave. El trabajo de investigación se llevo a cabo en una plantación comercial de agave (*Agave tequilana* Weber var. azul) en un sitio aledaño a la población de Tequila, Jalisco. Se evaluaron tres tratamientos pre-emergentes a base del herbicida Acetoclor, uno del herbicida Tebuthiuron (testigo regional), un testigo sin aplicación (enhierbado) y un testigo (limpio manualmente), fueron establecidos bajo un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los mejores resultados en control de maleza se obtuvieron con Acetoclor a la dosis de 2.0 y 2.5 lt/ha ya que durante los primeros 30 días ejerció un control superior al 90% de las especies de maleza *Digitaria sanguinalis* y *Eleusine indica*, sin embargo a las dosis de 1.5 y 2.0 lt/ha redujeron su control sobre ambos tipos de especies en aproximadamente un 35% a los 45 días posteriores a su aplicación. Tebuthiuron durante los primeros 45 dda mantuvo un control prácticamente total de ambos tipos de especies. Sin embargo su actividad se prolongó por un tiempo mayor al que tomo la finalización de este trabajo, manifestando su amplio y prolongado periodo activo en el suelo con consecuencias probables y riesgosas para la conservación del suelo y sus componentes. Ninguno de los tratamientos a base de Acetoclor

y Tebuthiuron ocasionó síntomas de toxicidad a las plantas de agave.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos diez años la superficie dedicada al cultivo de agave (*Agave tequilana* Weber var. azul) ha experimentado un aumento significativo en el estado de Jalisco. El cultivo se ha distinguido como una alternativa económica valiosa para los productores agrícolas del estado, sin embargo, su rentabilidad esta sujeta a la demanda cíclica de la materia prima que a su vez está regida por diversos factores que responden, entre otros, a los intereses comerciales de la bebida, a las políticas de planeación y la incursión de cultivadores inexpertos atraídos por la rentabilidad cíclica del cultivo y que contribuyen a la saturación del mercado demandante de la materia prima. No obstante el auge experimentado en el incremento de la superficie del cultivo de agave, el conocimiento científico y tecnológico generado no ha sido suficiente para enfrentar los problemas de tipo biológico y físico que enfrenta el cultivo, y gran parte del mismo carece del suficiente sustente científico-metodológico que permita establecer las bases para el manejo sustentable del cultivo con una sólida visión ecológica. Uno de los componentes de la tecnología utilizada de manera extensiva es el uso de herbicidas preemergentes para el control de maleza en el cultivo del agave. La presencia de maleza en este cultivo ocasiona severos daños al crecimiento y desarrollo del mismo, esta tecnología, si bien ha resuelto, en el sentido estricto de la palabra, los problemas de invasión de maleza en el cultivo

de agave, también a tenido un fuerte impacto ambiental, en particular, sobre la erosión y pérdida de los suelos debido a que por lo general se han utilizado herbicidas preemergentes de amplio periodo residual en el suelo, lo que ocasiona que el suelo permanezca desnudo o sin cubierta vegetal durante un periodo amplio de tiempo y en especial durante la época de lluvias, ocasionando un fuerte impacto ambiental por la pérdida de suelo.

Es importante el establecimiento de criterios que permitan explorar el uso de herramientas tecnológicas de menor riesgo ambiental para finalmente establecer un manejo integrado del problema de la presencia de maleza con bases más agroecológicas con el objetivo de realizar un manejo del problema con criterios más ecológicos que permita la conservación de los recursos naturales.

El uso de herbicidas para el control de la maleza deberá de llevarse a cabo con un conocimiento adecuado de sus consecuencias ambientales que se han estimado (Hornsby, 1992). Por tal motivo, el estudio de pruebas de efectividad biológica herbicidas sobre el control de la maleza en el cultivo de agave permite explorar, evaluar, y seleccionar herbicidas que al menos presenten un menor periodo residual o de actividad en el suelo de acuerdo a su modo de acción, tiempo de aplicación, condiciones ambientales y de la competencia entre la maleza y el cultivo, para de esta forma utilizar herbicidas alternativos de menor impacto ambiental.

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

General:

Evaluar la efectividad biológica del herbicida Acetoclor en el control de maleza y toxicidad al cultivo de agave.

Particulares:

- Evaluar la acción del herbicida Acetoclor en el control pre-emergente de especies de maleza dicotiledóneas y monocotiledóneas.
- Determinar el periodo de actividad efectiva de Acetoclor sobre el control de maleza presente.
- Evaluar la respuesta de las plantas de agave a la toxicidad inducida por Acetoclor.

HIPÓTESIS

- Acetoclor presenta control diferencial entre especies de maleza dicotiledóneas y monocotiledóneas.
- El periodo de actividad en el control de maleza de Acetoclor es menor al de Tebuthiuron.
- Las plantas de agave toleran la toxicidad inducida por Acetoclor

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Daños causados a cultivos por la competencia de maleza.

Los mecanismos de interferencia (competencia) están relacionados al efecto que las plantas tienen sobre los recursos (Goldberg, 1990). La competencia entre especies de maleza y cultivos ocurre cuando algún factor tal como agua, nutrimentos, o luz es insuficiente para satisfacer las necesidades tanto de la maleza como del cultivo. La competencia es la habilidad relativa de una planta para obtener un recurso específico cuando está en competencia con otra planta (Aldrich y Kremer, 1997; Tilman, 1982). El tiempo de la emergencia y duración de la competencia por maleza tienen un efecto prominente sobre el rendimiento de los cultivos. Estudios recientes demuestran que con la ventaja de solo unos pocos días de crecimiento temprano del cultivo en relación a las especies de maleza puede cambiar significativamente el balance competitivo a favor del cultivo sobre la maleza (Mohler, 2001)

Las plantas del cultivo reciben una ventaja relativa que les permite sombrear a la maleza en el momento en que estas desarrollan su follaje. También se ha documentado mediante trabajos de campo que, en varias situaciones, las especies de maleza no compiten mucho con los cultivos aún si se les permite su crecimiento al inicio de la estación, pero

siempre y cuando estas sean posteriormente eliminadas (Zimdahl, 1988)

Al inicio de la estación de crecimiento el agua y los nutrientes por lo general están presentes en cantidades suficientes para sostener el crecimiento de plántulas tanto de maleza como del cultivo y la competencia por la luz no ocurre hasta que el follaje de la maleza sombrea el cultivo. Por lo tanto, ocurre poca pérdida de rendimiento si la maleza se elimina antes de que ocurra la competencia por la luz y si se asegura suficiente agua y nutrimentos durante el resto del periodo de desarrollo del cultivo.

Debido a que existen momentos iniciales y finales en el periodo de desarrollo de un cultivo en el cual la maleza no interfiere en el rendimiento de los cultivos, es razonable esperar que exista un intervalo en la vida del cultivo cuando este deberá de mantenerse libre de maleza para evitar pérdidas en rendimiento. Este periodo, por lo común se le conoce como **“Periodo crítico para el control de la maleza”** o como **“periodo crítico libre de maleza”**, y que en la actualidad se ha establecido para muchos cultivos. (Mohler, 2001; Zimdahl, 1988).

El periodo critico para el control de la maleza es una medida útil debido a que indica cuando eliminar la maleza y proporciona las bases conceptuales para la aplicación de técnicas de manejo. Al estudiar el periodo crítico también permite considerar si los métodos para el control maleza que se aplican son una función de la necesidad o de su disponibilidad y facilidad de uso (Van Acker, *et al.*, 1993).

Competencia por luz. Entre los factores de la competencia, la luz juega un papel importante en las relaciones de interferencia (competencia) entre especies (Radosevich, *et al.*, 1977). Es bien conocido que este factor es la fuente de energía utilizada para convertir compuestos inorgánicos a moléculas orgánicas durante el proceso de fotosíntesis (Salisbury y Ross, 1984). Por lo tanto, cuando los niveles de radiación y calidad se reducen, se pueden observar cambios significativos en las respuestas de las plantas. Estas respuestas pueden variar desde la mortalidad a la plasticidad expresada como redistribución de la materia orgánica, alteraciones en la anatomía de la hoja y una reducción en las tasas de respiración (Patterson, 1985).

Por lo general se entiende que una especie competitivamente agresiva es plástica en su respuesta al sombreado, ya sea por adaptación a los bajos niveles de luz o por cambios en su hábito de crecimiento (Santos *et al.*, 2004).

Competencia por nutrientes del suelo. Los nutrientes para las plantas por lo general están presentes en concentraciones limitadas en la solución del suelo, lo que justifica el uso de fertilizantes para suplementar las necesidades nutritivas de los cultivos. Desafortunadamente los nutrientes aplicados al suelo también están disponibles para la maleza. En la mayoría de los sistemas de producción agrícola, la competencia por nitrógeno es la fuente más importante en la interferencia por nutrientes (DiTomaso, 1995). En suelos orgánicos el nitrógeno por lo general se encuentra en cantidades suficientes para la productividad de

los cultivos, minimizándose los efectos de la interferencia por la maleza. Por el contrario, debido a que los suelos histosoles son deficientes en fósforo por naturaleza, ocurre la competencia maleza-cultivo por este nutrimento (Santos *et al.*, 2004).

El nitrógeno del suelo tiene fuertes influencias en la estructura de una comunidad vegetal, ya que se han detectado diferencias en la comunidad vegetal entre especies de la sucesión temprana y de la sucesión tardía en relación a su habilidad para competir por el nitrógeno del suelo. Las especies de la sucesión temprana crecen más rápidamente y adquieren más nitrógeno por planta en suelos con poca presencia de nitrógeno que las especies del estado de la sucesión tardía (Tilman, 1986).

En particular en áreas agrícolas, las diferencias en la composición de las comunidades vegetales han sido atribuidas a las características abióticas de campo, tipo de cultivo, uso de implementos agrícolas y a los mecanismos de dispersión natural (Cathcart y Swanton, 2004), entre otros. Por ejemplo, en un sembradío de cebada (*Hordeum vulgare* L.) se reportó que la fertilización nitrogenada redujo la diversidad de especies y alteró la estructura de la comunidad, observándose que conforme se incrementaba la disponibilidad de nitrógeno se incrementaron las especies de maleza erectas como la avena loca (*Avena fatua* L.), en comparación a las especies postradas (Pysec y Leps, 1991).

La cantidad y forma del nitrógeno también influye en la estructura de la comunidad de maleza. Las comunidades de

maleza tratadas con urea líquida se diferenciaron de aquellas que recibieron ya sea fertilizantes nitrogenados a base de sulfato o de nitrato, ya que la aplicación de urea líquida resultó en comunidades de maleza que se caracterizaron por una menor riqueza de especies, número de especies y diversidad de especies (Pysec y Leps, 1991). Por el contrario, en un sistema de rotación cebada-forraje la diversidad y densidad de especies no fue afectada por diferentes fuentes de nutrimentos, ni tampoco se modificó la estructura de la comunidad de maleza ya sea con fertilizantes minerales o con estiércol líquido (Stevenson et al., 1997).

Estudios de campo han demostrado también que existen diferencias en la susceptibilidad de las especies de maleza a la acción de los herbicidas debido a la cantidad de nitrógeno presente en el suelo. Algunas especies como *Setaria viridis* (L.) y *Amaranthus retroflexus* L. requieren mayores cantidades de herbicidas como nicosulfuron, glufosinato, mesotrione y glyphosato para lograr el 50% de su control cuando se desarrollan en suelos con bajo contenido de nitrógeno en comparación con especies de maleza que se desarrollan en un suelo con alto contenido de nitrógeno (Cathcart y Swanton, 2004).

El fósforo es crítico en el metabolismo de las plantas, ya que éste juega un papel importante en la transferencia de energía celular, en la respiración y fotosíntesis, y es un componente estructural clave de los ácidos nucleicos, las coenzimas, fosfoproteínas, y los fosfolípidos (Grant et al., 2001). En los cultivos la fertilización con fósforo es de suma

importancia debido a que muchos suelos carecen de suficiente fósforo para optimizar la producción de los cultivos (Nyborg *et al.*, 1999).

No siempre se ha reconocido que los niveles de fósforo en el suelo puede afectar el crecimiento de las especies de maleza como de los cultivos, y que la resultante interacción competitiva maleza-cultivo puede ser marcadamente influenciada por el fósforo (Blackshaw *et al.*, 2004). Por ejemplo, la especie de maleza avena loca (*Avena fatua* L.) es capaz de reducir la concentración de fósforo de la cebada (*Hordeum vulgare* L.) y la concentración de fósforo en el suelo afecta el nivel de competencia entre estas dos especies (Konesky *et al.*, 1989). Otros resultados han demostrado que la competitividad de algunas especies de maleza como la verdolaga (*Portulaca oleraceae* L.) se incrementa con la presencia de altos niveles de fósforo (Verna *et al.*, 1999; Santos *et al.*, 1998). El nivel de fósforo en el suelo ha sido correlacionado positivamente con algunas especies de maleza (Andreasen *et al.*, 1991).

Sin embargo aunque algunos estudios han demostrado el potencial del fósforo para influenciar las poblaciones de maleza y la competencia maleza-cultivo, sólo existe una información muy limitada que indique cuales especies de maleza en específico responden a los diferentes niveles de fósforo en el suelo (Blackshaw *et al.*, 2004).

Los resultados de investigación hasta aquí analizados y discutidos nos obligan a reconsiderar dos aspectos importantes del manejo y control de maleza en los cultivos:

a) Las diferencias en la eficacia de los herbicidas como resultado de los niveles de nitrógeno en el suelo puede alterar la estructura de la comunidad de especies de maleza y por otra parte, puede ser útil para explicar las posibles fallas de los herbicidas en el control de maleza en campo.

b) Se debe de considerar que el incrementar la habilidad competitiva de los cultivos es un componente importante de los sistemas de manejo integrado de maleza (Blackshaw y Brandt, 2004). El manejo efectivo de las practicas de fertilización puede ser un medio crítico para reducir la competencia entre maleza y cultivos (DiTomaso, 1995).

Efecto de los herbicidas sobre la comunidad de maleza.

La estructura de la comunidad de especies de maleza también puede ser modificada por el uso de herbicidas (Derksen *et al.*, 1995; Mahn, 1984; Stevenson *et al.*, 1997). Los herbicidas se consideran como la principal causa de la reducción en la diversidad de especies en comparación con la limitación de la luz o las aplicaciones de nitrógeno. Por ejemplo, el uso de herbicidas reduce la densidad de especies de maleza susceptibles e incrementa la densidad de especie de mayor tolerancia (Hyvonen y Salonen, 2002).

La reducción en la densidad de especies susceptibles a los herbicidas resulta en una comunidad que es dominada por sólo algunas especies tolerantes a los herbicidas (reducción en la diversidad de especies). Por ejemplo, el uso continuo de herbicidas triazinicos sobre un periodo de cuatro años redujo la diversidad de especies de maleza, resultando en un incremento de la especie de zacate

Echinochloa cruz-galli L., la cual es tolerante a las triazinas y eventualmente reemplazó a las especies de maleza dominantes (Mahn, 1984).

El efecto de los herbicidas sobre las comunidades de maleza es influenciado por diversas variables, incluyendo condiciones ambientales, tales como el contenido de agua en el suelo, la temperatura del aire e incluso el tipo de coadyuvantes (p.e. surfactantes) que se utilicen (Dickson et al., 1990;). Por ejemplo, mantener el contenido del agua del suelo en 2 a 3% por arriba del punto de marchitamiento redujo de un 15 a 50% la actividad de diclofop sobre un número de especies que se desarrollaron tanto en condiciones de cámara de crecimiento como de invernadero (Dortenzio y Norris, 1980). Así también el daño inducido por primisulfuron sobre *Setaria faberii* Herrm y otras especies de maleza fue mayor bajo condiciones frías y húmedas en comparación a los daños obtenidos bajo ambiente caliente y seco (Morton y Harvey, 1994).

Por otra parte, el nitrógeno ha sido utilizado como un agente para incrementar la eficacia de los herbicidas (Morton y Harvey, 1994; Nalewaja et al., 1998). Típicamente se agrega una solución de nitrato de urea amoniacal directamente al tanque de mezcla. Aunque su función aún no es del todo entendida (Nalewaja et al., 1998), se cree que es a través del incremento en la absorción del herbicida por las especies de maleza (Liebl et al., 1992; Nawaleja y Matysiak, 1993a, 1993b).

Descripción de los herbicidas Acetoclor y Tebuthiuron

Acetoclor:

Es un herbicida acetanilida preemergente que controla monocotiledóneas o zacates (gramíneas) anuales y algunas especies anuales de hoja ancha (dicotiledóneas) en maíz y otros cultivos (Vasilakoglou y Eleftherohorinos, 2003).

La disipación en suelos de los herbicidas acetanilidas principalmente es dependiente de la descomposición microbiana (Beeestman y Deming, 1974). Esto quiere decir, que su persistencia en el suelo es afectada por la actividad microbiana y por consecuencia, por el contenido de materia orgánica en el suelo, temperatura del suelo, y contenido de agua en el suelo (Bowman, 1990; Braverman *et al.*, 1986; Jones *et al.*, 1990; Jurado-Exposito; Walker y Zimdahl, 1981; Walker *et al.*, 1992).

La persistencia en suelos y la eficacia de Acetoclor posterior a las aplicaciones preemergentes no han sido estudiadas ampliamente y los resultados reportados son contradictorios (Cooper and Zheng, 1994; Doub *et al.*, 1988; El-Nahhal *et al.*, 1988; Mueller *et al.*, 1999; Vasilakoglou y Eleftherohorinos, 1997). Sin embargo, los resultados de la investigación sobre la persistencia y eficacia de Acetoclor son hasta la fecha limitados (Vasilakoglou y Eleftherohorinos, 2003).

Formulación del herbicida Acetoclor:

- Código: MON 58425
- Nombre común: Acetoclor
- Formulación: Concentrado Emulsionable 75% g/L de Acetoclor
- Contenido de ingrediente activo: 500 g/L de Acetoclor

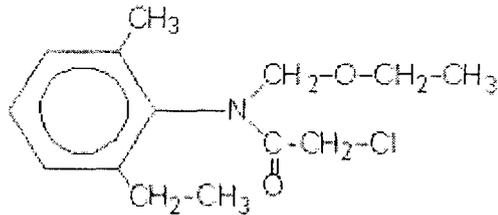


Figura 1. Molécula del herbicida Acetoclor

Algunas características de Acetoclor:

Modo de acción: inhibe la síntesis de proteínas.

Está considerado como moderadamente tóxico para las abejas. Se adsorbe por los coloides del suelo y lixivia muy poco. La baja humedad del suelo tiene muy pequeña influencia sobre su eficiencia. La principal vía de degradación es la microbiana. La persistencia en suelo es de 8 a 12 semanas, pero puede variar en relación con las condiciones climáticas y el tipo de suelo. Es muy activo en suelos pesados o con alto nivel de materia orgánica (<http://www.greatvistachemicals.com/agrochemicals/acetochlor.html>).

Tebuthiuron:

Formulación de Tebuthiuron:

- Nombre comercial: Combine®
- Nombre común: Tebuthiuron
- Formulación: Suspensión Concentrada
- Contenido de ingrediente activo: 500 g/L

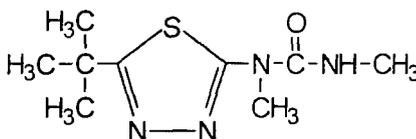


Figura 2. Molécula del herbicida Tebuthiuron

Tebuthiuron tiene todas las características de un material con un alto potencial para la contaminación del agua subterránea, y es altamente persistente en los suelos (período del suelo = 360 días). Tebuthiuron se mueve fácilmente con humedad en el suelo. La EPA considera al tebuthiuron dentro del grupo de los compuestos que tienen el mayor potencial de lixiviación y contaminación de agua subterránea (<http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/herb-growthreg/sethoxydim-vernolate/tebuthiuron/herb-prof-tebuthiuron.html>).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Fisiografía de la región del municipio de Tequila, Jalisco. El municipio de Tequila está situado en la región centro del estado (dentro de las coordenadas; 21°27' al norte, 20°47' al sur, de LN; al este 103°30'; al oeste 104°04' de LO), a una altura de 1300 msnm. Limita al norte con el estado de Nayarit, con el municipio de San Martín de Bolaños y el estado de Zacatecas; al este con el estado de Zacatecas y los municipios de San Cristóbal de la Barranca y Zapopan; al sur con los municipios de Zapopan, Amatitán, Ahualulco de Mercado, Antonio Escobedo y Magdalena; al oeste con los municipios de Magdalena, Hostotipaquillo y el estado de Nayarit (SEPRO/INEGI, 1995).

Clima. Las características climáticas de una región están en función de la latitud y de la altitud. La primera referida a la distancia medida en grados de esa región con respecto al ecuador, y la segunda, que considera la altura con respecto al nivel del mar. De esta manera, la región de Tequila con altura sobre el nivel del mar de 1200 a 1400 m. el clima es de tipo cálido y semi-cálido con lluvias en verano

Vegetación. La vegetación primaria nativa se encuentra muy disturbada por el uso agrícola de las tierras; no obstante en

los sitios donde prevalece la vegetación primaria, ésta se caracteriza en la región de Tequila por bosque de encino, bosque de pino-encino, selva baja caducifolia, y pastizal inducido. También se presentan especies aisladas de parota, tepezapote, sabino, guazima, huizache y otras

Suelo. La naturaleza de los suelos está representada por Luvisoles crómicos y verticos, Feozems háplico y lúvicos, así como, Cambisoles crómicos. En las áreas próximas a las zonas cerriles y en éstas, se presentan fases líticas y pedregosas

Topografía. En la región de Tequila, la altura sobre el nivel del mar en las tierras planas varía de 1200 msnm a 1400 msnm (SEPRO/INEGI, 1995).

Localización del sitio experimental. El trabajo de investigación se llevo a cabo en una plantación comercial de agave (*Agave tequilana* Weber var. azul) reciente (cero año) en una la localidad productora de agave de la región de Tequila, Jalisco ubicada en el Municipio de Tequila, Jal. (20° 50' 37'' LN; 103° 46' 59'' LW) y una altitud de 1270 msnm. La plantación fue establecida a una densidad de 3,246 plantas ha⁻¹, propiedad de la empresa Casa Cuervo S.A. de C.V., ubicado en el Km. 40.95 de la carretera Guadalajara-Nogales, en el predio Buenos Aires, aledaño a la población de Tequila, Jalisco.

Variabes físicas de ambiente del sitio de estudio. La precipitación pluvial y las temperaturas del aire máximas y mínimas se obtuvieron de una estación metereológica de la

Comisión Nacional del Agua (CNA) cercana al sitio de estudio. El contenido de agua en el suelo fue determinado a partir de 5 muestras de suelo extraídas de una profundidad de 15 cm las cuales fueron secadas a una temperatura de 80°C hasta obtener un peso constante (72 hrs.); los datos son expresados como porcentaje de contenido de agua (masa fresca-masa seca) / masa seca (Torres, 1984).

Tratamientos herbicidas evaluados. Se evaluaron tres tratamientos pre-emergentes a base del herbicida Acetoclor, uno del herbicida Tebuthiuron (testigo regional), un testigo sin aplicación (enhierbado) y un testigo limpio manualmente (Cuadro 1).

Diseño experimental. Los tratamientos fueron establecidos sobre un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones.

Tamaño de la unidad experimental. La unidad experimental consistió de 3 líneas de plantas de agave a una distancia de 3 metros de ancho (6 metros) y 10 de largo (60 m²).

Cuadro 1. Tratamiento herbicidas pre-emergentes evaluados en agave (*Agave tequilana* Weber var. azul).

Tratamiento (Ingrediente activo)	Dosis de producto formulado (L/ha)	Dosis de ingrediente activo (g/ha)
Acetoclor	1.5	1,260
Acetoclor	2.0	1,680
Acetoclor	2.5	2,100
Tebuthiuron (Testigo regional)	3.0	1,500
Testigo enhierbado	----	
Testigo limpio (Control Manual)	----	

Tamaño de la parcela útil. Cada parcela consistió de 1 línea de plantas con 3 metros de distancia hacia líneas adyacentes de plantas (6 metros) por 8 metros de largo (48 m²), eliminando 1 metro de orillas.

Cuadro 2 Distribución de los tratamientos en campo

	1	5	3	1
	2	1	2	6
	3	6	5	3
	4	2	1	4
	5	3	4	2
	6	4	6	5
Bloques	I	II	III	IV

Desarrollo del experimento

Aplicación de los tratamientos. La aplicación de los tratamientos a base del herbicida Tebuthiuron se realizó el día 27 de mayo del 2003 en forma pre-emergente sobre un suelo sin presencia de maleza y del tipo franco arcilloso con un contenido de agua del 28% y un volumen de agua para la aspersion de 150 lt/ha⁻¹. La aplicación de los tratamientos a base de Acetoclor se realizó el día 10 de junio de 2003 en forma preemergente sobre suelo sin presencia de maleza con un contenido de agua de 24% y un volumen de agua para la aspersion de 258 lt/ha⁻¹. El volumen de agua utilizado para la aspersion de los tratamientos se obtuvo de acuerdo a la previa calibración del equipo. La aspersion se realizó con una bomba a base de CO₂ equipada con un aguilón con boquillas del tipo Tee Jet 11003.

Método de evaluación de la efectividad biológica:

Evaluación cualitativa. Se realizaron evaluaciones visuales del control de especies de maleza a los 10,20,30 y 45 días después de la aplicación (dda) de los herbicidas en forma aleatoria y visual dentro de la parcela útil (una línea de plantas con 3 metros hacia las líneas adyacentes de plantas y de 8 metros de largo) de cada unidad experimental. Para la evaluación visual se empleó la escala de control visual propuesta por la EWRS (European Weed Research Society) (anexo) tomando como referencia el testigo limpio y el testigo sin control (enhierbado).

Evaluación cuantitativa. Se realizaron conteos de individuos maleza por especie a los 20 y 45 dda en dos puntos diferentes seleccionados al azar en cada parcela útil dentro de un cuadro de 0.50 x 0.50 m (0.25 m²) como base para la cuantificación de la eficacia de los tratamientos con relación al testigo enhierbado (sin control).

Estimación de la biomasa aérea fresca de maleza. A los 30 dda por única vez, se realizó un muestreo de biomasa aérea fresca de especies de maleza en dos cuadros de 0.50 x 0.50 m (0.25 m²) seleccionados al azar en cada parcela útil, registrándose el peso de la biomasa producida total y por especie.

Evaluación de la toxicidad. La toxicidad al cultivo se realizó en forma visual a los 10, 20, 30 y 45 días después de la aplicación (dda), de los herbicidas en la parcela útil de cada unidad experimental empleándose la escala de daño propuesta por la EWRS tomándose como referencia el testigo limpio y sin aplicación de herbicida.

Análisis de datos. Los datos de control visual de maleza total y por especie así como los datos sobre conteos de especies y del peso de biomasa fresca aérea fueron sometidos a transformación mediante raíz de $Y+1/2$ y posteriormente sometidos a un análisis de varianza y para comparaciones de medias se utilizó la prueba de Tukey $\alpha=0.05$.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones ambientales específicas del sitio de estudio

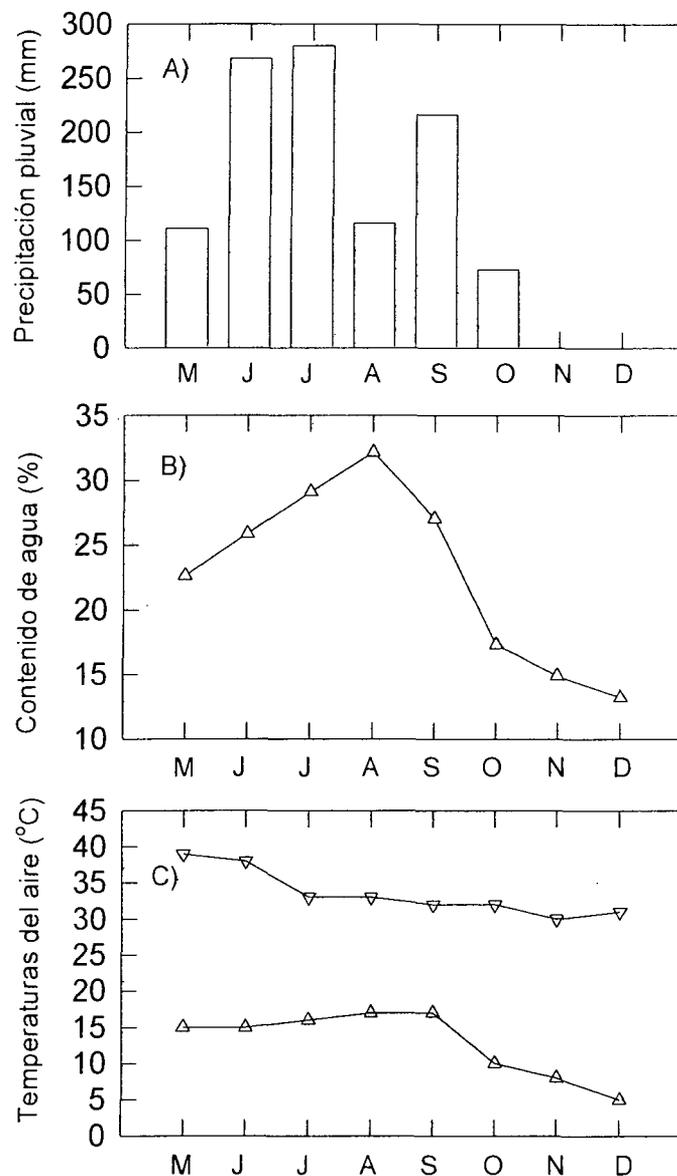


Figura 3. (A) Precipitación pluvial (Barras), (B) contenido de agua del suelo, (C) Temperatura máxima (Δ) y mínima (∇) de aire.

La precipitación pluvial ocurrió de mayo a octubre del 2003 con un total de 1080 mm. El 83 % de la precipitación (895 mm) se presentó entre los meses de junio a septiembre (Figura 3). La cantidad de agua en el suelo se mantuvo desde un 23 % en mayo hasta un 33 % en agosto, y posteriormente a partir de septiembre inicio su descenso hasta registrarse un 13 % de agua en el suelo en el mes de diciembre del 2003. Durante el desarrollo del experimento la temperatura diurna promedio mensual oscilo entre los 38°C (mayo) a los 33°C (octubre), y la temperatura nocturna promedio mensual vario de 15°C (mayo) a los 9°C (octubre).

Control de especies de hoja angosta (monocotiledóneas)

En general se obtuvo un excelente control de especies de maleza de hoja angosta en los primeros 30 días posteriores a la aplicación de los tratamientos preemergentes del herbicida Acetoclor a las dosis de 2.0 y 2.5 lt/ha con un control promedio superior al 90% sobre las especies *Digitaria sanguinalis* y *Eleusine indica* (Cuadros 3,4 y 5). Acetoclor a la dosis de 1.5 lt/ha no obstante que su control sobre las especies gramíneas fue menor se logró un control satisfactorio al ser superiores al 80% durante los primeros 30 dda (Cuadros 3, 4 y 5). El tratamiento a base de Tebuthiuron a dosis de 3.0 lt/ha fue más consistente en su control durante los primeros 45 días con un control promedio de 99%, superando a los tratamientos de Acetoclor a dosis de 1.5 y 2.0 lt/ha, sin embargo Acetoclor a la dosis de 2.5 lt/ha prácticamente ejerció el mismo control que tebuthiuron durante los primeros 30 días dda y únicamente a los 45 dda

se redujo el control por abajo del 70% sobre las especies gramíneas (Cuadros 3,4, 5 y 6).

No obstante del excelente control que se obtuvo de ambas especies gramíneas con los tratamientos a base de Acetoclor a las dosis de 1.5 y 2.0 lt/ha, la especie *Digitaria sanguinalis* presentó una ligera tendencia hacia una mayor tolerancia a la acción de Acetoclor. Sin embargo a la dosis de 2.5 lt/ha el control de ambas especies fue homogéneo (Cuadros 3, 4, 5 y 6).

Cuadro 3. Porcentaje de control visual por especie de maleza de hoja angosta (monocotiledóneas) a los 10 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (*Agave tequilana* Weber var. azul)

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha.)	<i>Eleusine indica</i>	<i>Digitaria sanguinalis</i>
Acetoclor	1.5	93a	90a
Acetoclor	2.0	99a	96a
Acetoclor	2.5	100a	100a
Tebuthiuron (regional)	3.0	100a	100a
Testigo enhierbado	----	0b	0b
Testigo limpio	----	0b	0b

Medias dentro de cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 0.05.

Cuadro 4. Porcentaje de control visual por especie de maleza de hoja angosta (monocotiledóneas) a los 20 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (*Agave tequilana* Weber var. azul)

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha.)	<i>Eleusine indica</i>	<i>Digitaria sanguinalis</i>
Acetoclor	1.5	86b	86b
Acetoclor	2.0	96a	94a
Acetoclor	2.5	98a	98a
Tebuthiuron (regional)	3.0	100a	100a
Testigo enhierbado	---	0c	0c
Testigo limpio	---	0c	0c

Medias dentro de cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 0.05.

Cuadro 5. Porcentaje de control visual por especie de maleza de hoja angosta (monocotiledóneas) a los 30 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (*Agave tequilana* Weber var. azul)

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha.)	<i>Eleusine indica</i>	<i>Digitaria sanguinalis</i>
Acetoclor	1.5	82b	73b
Acetoclor	2.0	95a	86a
Acetoclor	2.5	98a	95a
Tebuthiuron (regional)	3.0	99a	99a
Testigo enhierbado	---	0c	0c
Testigo limpio	---	0c	0c

Medias dentro de cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 0.05.

Cuadro 6. Porcentaje de control visual por especie de maleza de hoja angosta (monocotiledóneas) a los 45 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (*Agave tequilana* Weber var. azul)

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha.)	<i>Eleusine indica</i>	<i>Digitaria sanguinalis</i>
Acetoclor	1.5	36c	39c
Acetoclor	2.0	52bc	57b
Acetoclor	2.5	70b	65b
Tebuthiuron (regional)	3.0	99a	99a
Testigo enhierbado	---	0d	0d
Testigo limpio	---	0d	0d

Medias dentro de cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 0.05.

En general el control total sobre las especies de maleza gramíneas a los 30 dda fue excelente en las tres dosis evaluadas de Acetoclor, sin embargo, a los 45 dda su control se redujo hasta aproximadamente un 60% a la dosis de 1.5 lt/ha y en aproximadamente el 40% a la dosis de 2.0 lt/ha. Por el contrario, Acetoclor a la dosis de 2.5 lt/ha mantuvo un control de ambas especies gramíneas superior al 65% (Cuadro 7).

Cuadro 7. Porcentaje de control visual total para especies de maleza de hoja angosta (monocotiledóneas) a los 10,20,30 y 45 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (*Agave tequilana* Weber var. Azul) en Tequila, Jalisco

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha.)	1 ^a Eval. 10 dda	2 ^a Eval. 20 dda	3 ^a Eval. 30 dda	4 ^a Eval. 45 dda
Acetoclor	1.5	94b	89a	78a	36b
Acetoclor	2.0	98ab	97a	87a	53b
Acetoclor	2.5	100a	98a	95a	66ab
Tebuthiuron (regional)	3.0	100a	100a	99a	99a
Testigo enhierbado	---	0c	0b	0b	0c
Testigo limpio	---	0c	0b	0b	0c

dda = Días después de la aplicación

Medias dentro de cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 0.05.

Los resultados sobre el número de individuos de las especies gramíneas (evaluación cuantitativa; conteo de individuos) presentes en cada tratamiento confirman los resultados obtenidos en la evaluación visual, destacando todos los tratamientos de Acetoclor y Tebuthiuron en los cuales el número de individuos fue muy inferior al testigo sin aplicación de herbicidas (enhierbado), en particular a los 20 dda (Cuadro 8 y 9).

Cuadro 8. Número de individuos de especies de maleza de hoja angosta (monocotiledóneas) presentes / 0.25 m² a los 20 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (*Agave tequilana* Weber var. azul)

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha.)	<i>Eleusine Indica</i>	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Número total
Acetoclor	1.5	0.25b	0.87b	1.12b
Acetoclor	2.0	0.12b	0.12b	0.25b
Acetoclor	2.5	0.00b	0.12b	0.12b
Tebuthiuron (regional)	3.0	0.00b	0.12b	0.00b
Testigo enhierbado	---	4.25a	8.25a	12.50a
Testigo limpio	---	0.00b	0.00c	0.00b

Medias dentro de cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 0.05.

Cuadro 9. Número de especies de maleza de hoja angosta (monocotiledóneas) presentes / 0.25 m² a los 45 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (*Agave tequilana* Weber var. azul)

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha.)	<i>Eleusine Indica</i>	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Número total
Acetoclor	1.5	0.00b	3.12b	3.1b
Acetoclor	2.0	0.12ab	1.37bc	1.5bc
Acetoclor	2.5	0.00b	0.90cd	0.9cd
Tebuthiuron (regional)	3.0	0.00b	0.00d	0.0d
Testigo enhierbado	---	0.87a	6.12a	7.1a
Testigo limpio	---	0.00b	0.00d	0.0d

Medias dentro de cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 0.05.

La producción de biomasa aérea fresca de las especies de maleza gramíneas a los 30 dda fue menor en todos los

tratamientos a base de Acetoclor y de Tebuthiuron, destacando las dosis de Acetoclor de 2.0 y 2.5 lt/ha, ya que el tratamiento a la dosis de 1.5 lt/ha presentó mayor peso de biomasa. En particular la especie *Digitaria Sanguinalis* presentó mayor peso de biomasa aérea fresca (Cuadro 10).

Cuadro 10. Producción de biomasa fresca aérea por especie y total de maleza de hoja angosta presentes / 0.25 m² (monocotiledóneas) a los 30 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (*Agave tequilana* Weber var. azul)

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha.)	<i>Eleusine Indica</i>	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Prod. total
Acetoclor	1.5	27.0a	54.0b	81.4a
Acetoclor	2.0	0.0b	3.2b	3.2b
Acetoclor	2.5	1.6b	0.0cd	1.6b
Tebuthiuron (regional)	3.0	0.0b	0.0d	0.0b
Testigo enhierbado	---	73.0a	118.0a	191.0a
Testigo limpio	---	0.0b	0.0b	0.0b

Medias dentro de cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 0.05.

Control de especies de hoja ancha (dicotiledóneas)

No obstante que las especies de hoja ancha (dicotiledóneas) presentaron una mayor diversidad, su población fue demasiado baja e irregular, predominando básicamente las poblaciones de especies gramíneas.

Durante los primeros 20 dda todos los tratamientos a base de Acetoclor ejercieron un excelente control de especies de hoja ancha con un control promedio superior al 80% de las especies *Ipomoea purpure*, *Ipomoea pedatisecta*, *Euphorbia* sp. y *Portulaca oleracea*. (Cuadros 11 y 12). El

mejor control de las especies de hoja ancha se obtuvo con las dosis de Acetoclor a 2.0 y 2.5 lt/ha al ejercer un control superior del 90%, especial la dosis de 2.5 la cual fue similar a la ejercida por Tebuthiuron con un control superior al 94%. Sin embargo a partir de los 30 dda el control de especies de hoja ancha se redujo en el tratamiento a base de Acetoclor a dosis de 1.5 lt/ha, en especial sobre las especies *Ipomoea purpurea* e *Ipomea pedatisecta*, mientras que sobre las especies *Euphorbia sp* y *Portulaca oleracea* su control se mantuvo por arriba del 85% (Cuadro 13). A los 45 los tratamientos a base de Acetoclor a las dosis de 1.5 y 2.0 redujeron su control en mas del 35% (Cuadro 14).

Cuadro 11. Porcentaje de control visual por especie de maleza de hoja ancha (dicotiledóneas) a los 10 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (*Agave tequilana* Weber var. azul)

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha.)	<i>Ipomoea purpurea</i>	<i>Ipomea pedatisecta</i>	<i>Euphorbia sp.</i>	<i>Portulaca oleracea</i>
Acetoclor	1.5	90a	92a	97a	99a
Acetoclor	2.0	99a	99a	99a	99a
Acetoclor	2.5	100a	100a	100a	100a
Tebuthiuron (regional)	3.0	100a	100a	100a	100a
Testigo enhierbado	---	0b	0b	0b	0b
Testigo limpio	---	0b	0b	0b	0b

Medias dentro de cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 0.05.

Cuadro 12. Porcentaje de control visual por especie de maleza de hoja ancha (dicotiledóneas) a los 20 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (*Agave tequilana* Weber var. azul)

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha.)	<i>Ipomoea purpurea</i>	<i>Ipomea pedatisecta</i>	<i>Euphorbia sp.</i>	<i>Portulaca oleracea</i>
Acetoclor	1.5	70b	85b	97a	97a
Acetoclor	2.0	94a	94a	99a	99a
Acetoclor	2.5	98a	98a	99a	99a
Tebuthiuron (regional)	3.0	100a	100a	100a	100a
Testigo sin aplicar	---	0c	0c	0b	0b
Testigo limpio	---	0c	0c	0b	0b

Medias dentro de cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 0.05.

Cuadro 13. Porcentaje de control visual por especie de maleza de hoja ancha (dicotiledóneas) a los 30 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (*Agave tequilana* Weber var. azul)

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha.)	<i>Ipomoea purpurea</i>	<i>Ipomea pedatisecta</i>	<i>Euphorbia sp.</i>	<i>Portulaca oleracea</i>
Acetoclor	1.5	61a	65b	85c	89b
Acetoclor	2.0	88a	90a	92b	92b
Acetoclor	2.5	95a	96a	98a	99a
Tebuthiuron (regional)	3.0	99a	99a	99a	99a
Testigo sin aplicar	---	0b	0c	0d	0c
Testigo limpio	---	0b	0c	0d	0c

Medias dentro de cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 0.05.

Cuadro 14. Porcentaje de control visual por especie de maleza de hoja ancha (dicotiledóneas) a los 45 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (*Agave tequilana* Weber var. azul)

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha.)	<i>Ipomoea purpurea</i>	<i>Ipomea Pedatisecta</i>	<i>Euphorbia sp.</i>	<i>Portulaca oleracea</i>
Acetoclor	1.5	36b	31c	32d	37c
Acetoclor	2.0	56b	60b	60c	64b
Acetoclor	2.5	71ab	70b	77b	75b
Tebuthiuron (regional)	3.0	99a	99a	99a	99a
Testigo sin aplicar	---	0c	0d	0e	0d
Testigo limpio	---	0c	0d	0e	0c

Medias dentro de cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 0.05.

En general el control total sobre las especies de maleza de hoja ancha (dicotiledóneas) a los 30 dda fue excelente en las tres dosis evaluadas de Acetoclor, sin embargo, a los 45 dda su control se redujo hasta aproximadamente un 60% a la dosis de 1.5 lt/ha y en aproximadamente 40% a la dosis de 2.0 lt/ha. Por el contrario, Acetoclor a la dosis de 2.5 lt/ha mantuvo un control de especies de hoja ancha de 75% (Cuadro 15).

Cuadro 15. Porcentaje de control visual total para especies de maleza de hoja ancha (dicotiledóneas) a los 10, 20, 30 y 45 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (*Agave tequilana* Weber var. Azul) en Tequila, Jalisco

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha.)	1 ^a Eval. 10 dda	2 ^a Eval. 20 dda	3 ^a Eval. 30 dda	4 ^a Eval. 45 dda
Acetoclor	1.5	92a	88a	85a	36b
Acetoclor	2.0	96a	98a	92a	60b
Acetoclor	2.5	100a	99a	97a	75ab
Tebuthiuron (regional)	3.0	100a	100a	99a	98a
Testigo sin aplicar	---	0b	0b	0b	0c
Testigo limpio	---	0b	0b	0b	0c

dda = Días después de la aplicación

Medias dentro de cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 0.05.

Como se mencionó anteriormente, la población de especies de hoja ancha fue escasa y presentó una distribución errática lo que dificultó la evaluación cuantitativa (número de individuos) lo que impidió que se realizaran inferencias confiables, por lo que a continuación únicamente se presentan los resultados del conteo de individuos de especies de maleza de hoja ancha por tratamiento evaluado. Lo anterior es una situación común en el cultivo de agave ya que los suelos que se han dedicado a este cultivo en general están dominados por semillas de especies gramíneas con poblaciones que predominan sobre las especies de hoja ancha (dicotiledóneas).

En los tratamientos a base de Acetoclor a las dosis evaluadas así como el tratamiento a base de Tebuthiuron no se registró peso alguno en la producción de biomasa aérea

fresca, por el contrario, el tratamiento testigo sin aplicación presentó una cantidad significativa de biomasa aérea fresca (Cuadro 16).

Cuadro 16. Número de individuos de especies de maleza de hoja ancha (dicotiledóneas) presentes / 0.25 m² a los 20 y 45 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (*Agave tequilana* Weber var. azul)

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha.)	Número total a los 20 dda	Número total a los 45 dda
Acetoclor	1.5	0.12a	0.12a
Acetoclor	2.0	0.00a	0.00a
Acetoclor	2.5	0.00a	0.12a
Tebuthiuron (regional)	3.0	0.00a	0.00a
Testigo sin aplicar	---	0.37a	0.00a
Testigo limpio	---	0.00a	0.00a

dda = Días después de la aplicación

Medias dentro de cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 0.05.

Cuadro 17. Producción total de biomasa fresca aérea de maleza de hoja ancha (dicotiledóneas) presentes / 0.25 m² a los 30 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas preemergentes en agave (*Agave tequilana* Weber var. azul)

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha.)	Peso total a los 30 dda
Acetoclor	1.5	0.00b
Acetoclor	2.0	0.00b
Acetoclor	2.5	0.00b
Tebuthiuron (regional)	3.0	0.00b
Testigo sin aplicar	---	26.30a
Testigo limpio	---	0.00b

dda = Días después de la aplicación

Medias dentro de cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales según Tukey 0.05.

Toxicidad al cultivo

No se observaron síntomas visuales de toxicidad inducidos por los tratamientos herbicidas sobre el cultivo durante el periodo de evaluación.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos del presente ensayo y bajo las condiciones ambientales y de manejo del mismo se concluye lo siguiente:

- Acetoclor a la dosis de 2.0 y 2.5 lt/ha durante los primeros 30 días ejerció un control superior al 90% de las especies de maleza *Digitaria sanguinalis* y *Eleusine indica*.
- Acetoclor en todas sus dosis ejerció durante los primeros 30 días un control superior al 85% de las especies *Ipomea purpurea*, *Ipomoea pedatisecta*, *Euphorbia sp.* y *Portulaca oleracea*.
- Acetoclor a la dosis de 2.5 lt/ha mantuvo controles superiores al 65% de ambos tipos de especies, sin embargo a las dosis de 1.5 y 2.0 lt/ha redujeron su control sobre ambos tipos de especies en aproximadamente un 35% a los 45 días posteriores a su aplicación.
- Tebuthiuron durante los primeros 45 dda mantuvo un control prácticamente total de ambos tipos de especies. Sin embargo su actividad se prolongó por un tiempo mayor al que tomo la finalización de este

- trabajo, manifestando su amplio y prolongado periodo activo en el suelo con consecuencias probables y riesgosas para la conservación del suelo y sus componentes.
- Ninguno de los tratamientos a base de Acetoclor y Tebuthiuron ocasionaron síntomas visuales de toxicidad a las plantas de agave.

6. LITERATURA CITADA

Aldrich R J y J Kremer (1997) Principles in Weed Management, Ames, IA. Iowa State University. 170 p.

Andreasen C, J C Streibig y H Hass (1991) Soil properties affecting the distribution of 37 weed species in Danish fields. Weed Research 31:181-187.

Beestman G B y J M Deming (1974) Dissipation of acetanilide herbicides from soils. Agronomy Journal. 66:308-311.

Bowman B T (1990) Mobility and persistence of alachlor, atrazine and metolachlor in plainfield sand, and atrazine and isazofos in honeywood silt loam, using field lysimeters. Environmetal Tooxicology Chemistry 9:453-461.

Blackshaw R E, R N Brandt, H H Janzen y T Entz (2004) Weed species response to phosphorus fertilization. Weed Science 52: 406-412.

Braverman M P, T L Lavy y C J Barnes (1986) The degradation and bioactivity of metolachlor in the soil. Weed Science 34:479-484.

Cathcart R J y C J Swanton (2004) Fertilizar nitrogen rate and the response of weeds to herbicides. Weed Science. 52: 291-296.

Cooper J F y S Q Zheng (1994) Behaviour of metolachlor on tropical and Mediterranean plain field conditions. Science Total Environment 153:133-139.

Derksen D A, A G Thomas, G P Lafond, H A Ioeppky, y C J Swanton (1995) Impact of post-emergence herbicides on weed community diversity within conservation-tillage systems. Weed Research. 35: 311-320.

Dicksen R L, M Andrews, R J Field y E L Dickson (1990) Effect o water stress, nitrogen and gibberellic acid on fluziafop and glyphosate activity on oats (*Avena sativa*). Weed Science 38:54-61.

DiTomaso J M (1995) Approaches for improving crop competitiveness through the manipulation of fertilization strategies Weed Science 43:491-497.

Dortenzio W A y R E Norris (1980) The influence of soil moisture on the foliar activity of diclofop. Weed Science 28:534-539.

Doub J P, H P Wison y K K Hatzios (1988) Comparative efficacy of two formulations of alachlor and metolachlor. Weed Science 36:221-226.

EI-Nahhl Y, S Nir, T Polubesova, L Margulies y B Rubin (1998) Leaching, fitotoxicity, and and weed control of new formulations of alachlor. Journal of agriculture Food Chemistry 46:3305-3313.

Goldberg D E (1990). Components of resource competition in plant comunities... pp 27-49 in J. B. Grace and D. Tilman, eds. Perspectives on Plant Competition. New York. Academic.

Grant C A, D N Flaten, D J Tomasiewicz y and S C Sheppard (2001) The importance of early season phosphorus nutrition Canadian journal of Plant Science 81:211-224.

Hornsby A G (1992) Site-specific pesticide recommendations: the final step in environmental impact prevention. Weed Technology 6:736-742.

Hyvonen T y J Salonen (2002) Weed species diversity and community composition in cropping practices at two intensity levels a six-year experiment. Plant Ecology 154:73-81.

Juarado-Exposito M y A Walker (1998) Degradation of isoproturon, propizamide and alachlor in soil with constant and variable incubation conditions Weed Research 38:309-318.

Jones R E, Jr. P A Banks y D E Radcliffe (1990) Alachlor and metribuzin movement and dissipation in a soil profile as

influenced by soil surface condition. *Weed Science* 38:589-597.

Konesky D W, M Y Siddiqi, y ADM Glass (1989) Wild oat and barley interactions: varietal differences in competitiveness in relation to phosphorus supply. *Canadian Journal of Botany* 67:3366-3371.

Liebl R A, V B Zehr y R H Teyker (1992) Influence of nitrogen form on extracellular pH and bentazon uptake by culture soybean (*Glycine max*) cells. *Weed Science* 40:418-423.

Mahn E G (1984) Structural changes of weed communities and populations. *Vegetation* 58:79-85.

Mohler C L (2001) Enhancing the competitive ability of crops. In M. Liebman, C. Mohler, and C. Staver. eds. *Ecological Management of Agricultural Weeds*. Cambridge. Cambridge University Press. pp 269-321.

Morton C A y R G Harvey (1994) Simulated environments influence primisulfuron efficacy. *Weed Science* 42:424-429.

Mueller T C, D R Shaw y W W Wilt (1999) relative dissipation of acetochlor, alachlor, metolachlor, and SAN 582 from three surface soils. *Weed Technology* 13:341-346.

Nalewaja J D, T Praczyk y R Matysiak (1998) Nitrogen fertilizer, oil and surfactant adjuvants with nicosulfuron. *Weed Technology* 12:585-589.

Nawaleja J D y R Matysiak (1993a) Influence of diammonium sulfate and other salts on glyphosate phytotoxicity *Pesticidas Science* 38:77-84.

Nawaleja J D y R Matysiak (1993b) Spray carrier salts affect herbicide toxicity to *Kochia* *Weed Technology* 7:154-158.

Nyborg M S, S Malhi, G Mumey, D C Penney, y D H Lavery (1999) Economics of phosphorus fertilization of barley as influenced by concentrations extractable phosphorus in the soil. *Comm. Soil Science Plant Analytical* 30:1789-1795.

Patterson D T (1985) Comparative ecophysiology of weeds and crops. Pages 101-129 in S. O. Duke, ed. Weed Physiology. Volume. 1. Reproduction and Ecophysiology. Boca Raton, Fl. CRC.

Pysec P y J Leps (1991) Response of a weed community to nitrogen fertilization: a multivariate analysis. Journal of Vegetal Science. 2:237-244.

Radosevich S H, J Holt, y C Ghera (1977) Weed Ecology: Implications for management. New York. J. Wiley. 589 p.

Salisbury F y C Ross (1984) Plant Physiology. Belmont, CA. Wadsworth. 540 p.

Santos, B M, J A Dusky, W M Stall, D G Shilling, y T A Bewick (1998) Phosphorus effects on competitive interactions of smooth pig-weed (*Amaranthus hybridus*) and common purslane (*Portulaca oleraceae*) with lettuce (*Lactuca sativa*). Weed Science 46:307-312.

Santos B M, J Dusky, T A Bewick y D G Shilling (2004) Mechanisms of interference of smooth pigweed (*Amaranthus hybridus*) and common purslane (*Portulaca oleraceae*) on lettuce as influenced by phosphorus fertility. Weed Science 52: 78-82.

Seprode/Inegi. 1995. Memorias del Municipio en Jalisco. Unidad Editorial. Gobierno de Jalisco

Stevenson F C, A Lagere, R R Simard, D A Angers, D Pageau, y J Lafond (1997) Weed species diversity in spring barley varies with crop rotation and tillage, but not with nutrient source. Weed Science. 45: 798-806.

Tilman D (1982) Resource Competition and Community Structure. Monographs in Population Biology. Princenton, NJ. Princenton University Press. 435 p.

Tilman D (1986) Nitrogen limited growth in plants from different successional stages. Ecology. 67: 555-563.

Torres R E (1984) Manual de conservación de suelos agrícola. Ed. Diana. 180 p.

Van Acker M, G Steven, C Rene, Friesen, y Lyle F (1993) Critical period of weed control in spring canola. Weed Science. 49:326-333.

Vasilakoglou I B y I G Eleftherohorinos (1997) Activity, adsorption, mobility, efficacy, and persistence of alachlor as influenced by formulation. *Weed Science* 45:579-585.

Vasilakoglou I B y I G Eleftherohorinos (2003) Persistence, Efficacy, and Selectivity of Amide Herbicides in Corn. *Weed Technology* 17:381-388.

Verna R, H R Agarwal, y V Nepalia (1999) Effect of weed control and phosphorus on crop-weed competition in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). *Indian Journal Of Weed Science* 31:265-266.

Walker A y R L Zimdahl (1981) Simulation of the persistence of atrazine, linuron and metolachlor in soil at different sites in the USA. *Weed Research* 21:255-265.

Walker A, Y Moon y S J Welch (1992) Influence of temperature, soil moisture and characteristics on the persistence of alachlor. *Pesticide Science* 21:255-265.

Zimdahl R L (1988) the concept and application of the critical weed-free period. In M. Altieri and M. Liebman, eds. *Weed Management in Agroecosystems. Ecological Approaches*. Boca raton, FL. CRC. pp 145-155.

Consulta electrónica:

<http://pmp.cce.cornell.edu/profiles/herb-growthreg/sethoxydim-vernolate/tebuthiuron/herb-prof-tebuthiuron.html>

<http://www.greatvistachemicals.com/agrochemicals/acetochlor.html>

Anexo 1. Medias de porcentajes de evaluación del control de especies de maleza.

Cuadro 18. Medias de la primera evaluación visual de la especie *Eleusine indica* a los 10 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	80	95	100	98
Acetoclor	2.0	98	100	100	98
Acetoclor	2.5	100	100	100	100
Tebuthiuron	3.0	100	100	100	100
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 19. Medias de la segunda evaluación visual de la especie *Eleusine indica* a los 20 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	90	80	85	90
Acetoclor	2.0	100	98	98	90
Acetoclor	2.5	100	100	95	97
Tebuthiuron	3.0	100	100	100	100
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 20. Medias de la tercera evaluación visual de la especie *Eleusine indica* a los 30 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	75	85	88	80
Acetoclor	2.0	95	98	94	93
Acetoclor	2.5	98	100	98	97
Tebuthiuron	3.0	98	100	100	100
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 21. Medias de la cuarta evaluación visual de la especie *Eleusine indica* a los 45 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	30	30	50	35
Acetoclor	2.0	50	60	50	50
Acetoclor	2.5	80	90	60	50
Tebuthiuron	3.0	98	99	99	99
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 22. Medias de la primera evaluación visual de la especie *Digitaria sanguinalis* a los 10 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	70	96	99	95
Acetoclor	2.0	93	100	98	95
Acetoclor	2.5	99	100	100	100
Tebuthiuron	3.0	100	100	100	100
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 23. Medias de la segunda evaluación visual de la especie *Digitaria sanguinalis* a los 20 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	90	75	90	88
Acetoclor	2.0	95	98	95	90
Acetoclor	2.5	100	100	98	95
Tebuthiuron	3.0	100	100	99	100
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 24. Medias de la tercera evaluación visual de la especie *Digitaria sanguinalis* a los 30 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	70	70	83	70
Acetoclor	2.0	80	93	87	85
Acetoclor	2.5	95	98	93	95
Tebuthiuron	3.0	98	100	100	100
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 25. Medias de la cuarta evaluación visual de la especie *Digitaria sanguinalis* a los 45 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	35	30	50	40
Acetoclor	2.0	60	65	50	55
Acetoclor	2.5	70	80	60	50
Tebuthiuron	3.0	98	99	99	99
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 26. Medias de la primera evaluación visual del total de hoja angosta a los 10 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	85	95	97	98
Acetoclor	2.0	95	100	98	98
Acetoclor	2.5	100	100	100	100
Tebuthiuron	3.0	100	100	100	100
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 27. Medias de la segunda evaluación visual del total de hoja angosta a los 20 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	90	80	95	90
Acetoclor	2.0	95	98	97	97
Acetoclor	2.5	100	100	97	96
Tebuthiuron	3.0	100	100	99	100
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 28. Medias de la tercera evaluación visual del total de hoja angosta a los 30 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	75	75	88	75
Acetoclor	2.0	80	93	89	87
Acetoclor	2.5	95	97	94	93
Tebuthiuron	3.0	98	100	100	100
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 29. Medias de la cuarta evaluación visual del total de hoja angosta a los 45 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	30	30	50	35
Acetoclor	2.0	50	60	50	53
Acetoclor	2.5	70	85	60	50
Tebuthiuron	3.0	98	99	99	99
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 30. Medias del primer conteo de *Eleusine indica* a los 20 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	30	30	50	35
Acetoclor	2.0	50	60	50	53
Acetoclor	2.5	70	85	60	50
Tebuthiuron	3.0	98	99	99	99
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 31. Medias del segundo conteo de *Eleusine indica* a los 45 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Acetoclor	2.0	0.0	0.0	0.5	0.12
Acetoclor	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Tebuthiuron	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Testigo sin aplicar	---	0.0	0.5	2.0	0.87
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 32. Medias de producción de biomasa aérea fresca de *Eleusine indica* a los 30 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	0.0	0.0	0.4	109.00
Acetoclor	2.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Acetoclor	2.5	0.0	0.0	5.8	0.55
Tebuthiuron	3.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Testigo sin aplicar	---	58.0	64.0	98.0	72.00
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 33. Medias de producción de biomasa aérea fresca de *Digitaria sanguinalis* a los 30 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	10.70	31.60	12.90	161.00
Acetoclor	2.0	0.35	1.80	6.30	4.30
Acetoclor	2.5	0.00	0.00	0.80	0.00
Tebuthiuron	3.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Testigo sin aplicar	---	110.00	145.00	107.00	110.00
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 34. Medias de la primera evaluación visual de la especie *pomoea purpurea* a los 10 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	65	100	100	95
Acetoclor	2.0	99	100	100	98
Acetoclor	2.5	100	100	100	100
Tebuthiuron	3.0	100	100	100	100
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 35. Medias de la segunda evaluación visual de la especie *Ipomoea purpurea* a los 20 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	70	85	75	88
Acetoclor	2.0	85	97	97	98
Acetoclor	2.5	100	100	95	97
Tebuthiuron	3.0	100	100	99	100
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 36. Medias de la tercera evaluación visual de la especie *Ipomoea purpurea* a los 30 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	60	60	65	60
Acetoclor	2.0	75	96	90	90
Acetoclor	2.5	85	98	98	100
Tebuthiuron	3.0	98	100	100	100
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 37. Medias de la cuarta evaluación visual de la especie *Ipomoea purpurea* a los 45 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	30	30	50	35
Acetoclor	2.0	50	55	65	55
Acetoclor	2.5	75	60	80	70
Tebuthiuron	3.0	98	99	99	99
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 38. Medias de la primera evaluación visual de la especie *Ipomoea pedatisecta* a los 10 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	80	100	100	88
Acetoclor	2.0	99	100	100	98
Acetoclor	2.5	100	100	100	100
Tebuthiuron	3.0	100	100	100	100
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 39. Medias de la segunda evaluación visual de la especie *Ipomoea pedatisecta* a los 20 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	80	85	80	94
Acetoclor	2.0	85	98	97	95
Acetoclor	2.5	100	100	95	98
Tebuthiuron	3.0	100	100	100	100
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 40. Medias de la tercera evaluación visual de la especie *Ipomoea pedatisecta* a los 30 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	75	60	65	60
Acetoclor	2.0	85	96	90	90
Acetoclor	2.5	90	98	98	100
Tebuthiuron	3.0	98	100	100	100
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 41. Medias de la cuarta evaluación visual de la especie *Ipomoea pedatisecta* a los 45 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	25	30	40	30
Acetoclor	2.0	50	65	65	60
Acetoclor	2.5	75	60	80	65
Tebuthiuron	3.0	98	99	99	99
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 42. Medias de la primera evaluación visual de la especie *Euphorbia sp.* a los 10 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	90	100	100	100
Acetoclor	2.0	99	100	100	98
Acetoclor	2.5	100	100	100	100
Tebuthiuron	3.0	100	100	100	100
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 43. Medias de la segunda evaluación visual de la especie *Euphorbia sp.* a los 20 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	100	95	100	95
Acetoclor	2.0	100	100	100	98
Acetoclor	2.5	100	100	100	98
Tebuthiuron	3.0	100	100	100	100
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 44. Medias de la tercera evaluación visual de la especie *Euphorbia sp.* a los 30 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	80	85	85	90
Acetoclor	2.0	90	96	90	93
Acetoclor	2.5	95	98	98	100
Tebuthiuron	3.0	98	100	100	100
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 45. Medias de la cuarta evaluación visual de la especie *Euphorbia sp.* a los 45 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	25	30	40	35
Acetoclor	2.0	50	65	65	60
Acetoclor	2.5	75	90	80	65
Tebuthiuron	3.0	98	99	99	99
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 46. Medias de la primera evaluación visual de la especie *Portulaca oleracea* a los 10 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	95	100	100	100
Acetoclor	2.0	99	100	100	98
Acetoclor	2.5	100	100	100	100
Tebuthiuron	3.0	100	100	100	100
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 47. Medias de la segunda evaluación visual de la especie *Portulaca oleracea* a los 20 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	100	95	100	95
Acetoclor	2.0	100	100	100	98
Acetoclor	2.5	100	100	100	98
Tebuthiuron	3.0	100	100	100	100
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 48. Medias de la tercera evaluación visual de la especie *Portulaca oleracea* a los 30 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	90	90	85	90
Acetoclor	2.0	90	96	90	92
Acetoclor	2.5	100	98	98	100
Tebuthiuron	3.0	98	100	100	100
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 49. Medias de la cuarta evaluación visual de la especie *Portulaca oleracea* a los 45 dda.

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	30	30	55	35
Acetoclor	2.0	50	65	70	70
Acetoclor	2.5	75	80	80	65
Tebuthiuron	3.0	98	99	99	99
Testigo sin aplicar	---				
Testigo limpio manualmente	---				

Cuadro 50. Control total primera evaluación visual

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	80	95	97	95
Acetoclor	2.0	90	99	98	96
Acetoclor	2.5	99	100	100	100
Tebuthiuron	3.0	100	100	100	100
Testigo sin aplicar	---	0	0	0	0
Testigo limpio manualmente	---	100	100	100	100

Cuadro 51. Primera evaluación visual de hoja ancha

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	75	100	100	95
Acetoclor	2.0	90	100	100	98
Acetoclor	2.5	99	100	100	100
Tebuthiuron	3.0	100	100	100	100
Testigo sin aplicar	---	0	0	0	0
Testigo limpio manualmente	---	100	100	100	100

Cuadro 52. Primera evaluación visual de especies de hoja angosta

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	85	95	97	98
Acetoclor	2.0	95	100	98	98
Acetoclor	2.5	100	100	100	100
Tebuthiuron	3.0	100	100	100	100
Testigo sin aplicar	---	0	0	0	0
Testigo limpio manualmente	---	100	100	100	100

Cuadro 53. Control total segunda evaluación visual

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	85	85	90	90
Acetoclor	2.0	95	97	98	--
Acetoclor	2.5	100	100	96	100
Tebuthiuron	3.0	100	100	99	100
Testigo sin aplicar	---	0	0	0	0
Testigo limpio manualmente	---	100	100	100	100

Cuadro 54. Control total tercera evaluación visual

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	95	86	88	85
Acetoclor	2.0	80	93	90	90
Acetoclor	2.5	98	98	95	95
Tebuthiuron	3.0	98	100	100	100
Testigo sin aplicar	---	0	0	0	0
Testigo limpio manualmente	---	100	100	100	100

Cuadro 55. Control total cuarta evaluación visual

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	30	30	50	35
Acetoclor	2.0	50	65	50	--
Acetoclor	2.5	75	85	65	50
Tebuthiuron	3.0	98	99	99	99
Testigo sin aplicar	---	0	0	0	0
Testigo limpio manualmente	---	100	100	100	100

Cuadro 56. Segunda evaluación de especies de hoja ancha

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	85	85	88	95
Acetoclor	2.0	95	100	98	--
Acetoclor	2.5	100	100	99	98
Tebuthiuron	3.0	100	100	99	100
Testigo sin aplicar	---	0	0	0	0
Testigo limpio manualmente	---	100	100	100	100

Cuadro 57. Tercera evaluación visual de especies de hoja ancha

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	80	85	85	90
Acetoclor	2.0	90	95	90	--
Acetoclor	2.5	95	95	98	100
Tebuthiuron	3.0	95	100	100	100
Testigo sin aplicar	---	0	0	0	0
Testigo limpio manualmente	---	100	100	100	100

Cuadro 58. Cuarta evaluación visual de especies de hoja ancha

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	30	30	50	35
Acetoclor	2.0	50	65	63	--
Acetoclor	2.5	75	80	80	65
Tebuthiuron	3.0	98	98	99	99
Testigo sin aplicar	---	0	0	0	0
Testigo limpio manualmente	---	100	100	100	100

Cuadro 59. Segunda evaluación visual de especies de hojas angosta

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	90	80	95	90
Acetoclor	2.0	95	98	97	--
Acetoclor	2.5	100	100	97	96
Tebuthiuron	3.0	100	100	99	100
Testigo sin aplicar	---	0	0	0	0
Testigo limpio manualmente	---	100	100	100	100

Cuadro 60. Tercera evaluación de especies de hoja angosta

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	75	75	88	75
Acetoclor	2.0	80	93	89	--
Acetoclor	2.5	95	97	94	93
Tebuthiuron	3.0	98	100	100	100
Testigo sin aplicar	---	0	0	0	0
Testigo limpio manualmente	---	100	100	100	100

Cuadro 61. Cuarta evaluación visual de especies de hoja angosta

Tratamiento	Dosis de producto formulado (Lt/ha).	I	II	III	IV
Acetoclor	1.5	30	30	50	35
Acetoclor	2.0	50	60	50	--
Acetoclor	2.5	70	85	60	50
Tebuthiuron	3.0	98	99	99	99
Testigo sin aplicar	---	0	0	0	0
Testigo limpio manualmente	---	100	100	100	100