
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

**DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
COORDINACIÓN DE POSGRADO**



“Efecto competitivo de la maleza sobre el crecimiento y la respuesta fisiológica de agave (*Agave tequilana* Weber var. azul) en la región de Tequila, Jalisco, México”

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS Y
FORESTALES**

**PRESENTA:
BENITO MONROY REYES**

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. ENRIQUE PIMIENTA BARRIOS**

LAS AGUJAS, NEXTIPAC, ZAPOPAN, JAL., NOVIEMBRE DE 2005

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
COORDINACIÓN DE POSGRADO



Esta tesis titulada "Efecto competitivo de la maleza sobre el crecimiento y la respuesta fisiológica de agave (*Agave tequilana* Weber var. azul) en la región de Tequila, Jalisco, México" fue realizada bajo la dirección del consejo particular indicado, ha sido aprobado por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención de grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES CONSEJO PARTICULAR:

Tutor:


Dr. Enrique Pimienta Barrios

Asesor:


M.C. Salvador Antonio Hurtado de la Peña

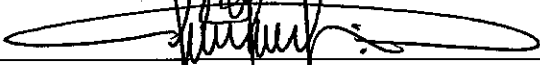
Asesor:


M.C. Javier García Galindo

Asesor:


Dr. José Luis Martínez Ramírez

Asesor:


Dr. Pedro Posos Ponce

LAS AGUJAS, NEXTIPAC, ZAPOPAN, JAL., NOVIEMBRE DE 2005

DEDICATORIAS

A DIOS.

Por haberme dado la vida, por su bondad, amor y gran misericordia que siempre ha sabido darme a mi y a los míos, ya que me ha permitido terminar una de las etapas importantes de mi vida.

Dr. ENRIQUE PIMIENIA BARRIOS.

De manera muy especial en reconocimiento a la desinteresada y valiosa ayuda en la elaboración de esta tesis y que gracias a su dirección fue posible la culminación de un esfuerzo iniciado con mucho interés, gracias infinitas por los minutos dedicados a esta obra en la corrección, ampliación y perfección dando como resultado final un trabajo digno de ser presentado, Muchas Gracias

Dra. MARGARITA HERNANDEZ GALLARDO

Por el gran apoyo incondicional que me has brindado en todo momento y la confianza que siempre me has sabido dar, Muchas Gracias.

A MI FAMILIA

Por todo el apoyo que me brindaron. Comprensión, desvelo y sacrificios. Muchas Gracias.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad de Guadalajara

Y en especial a la División de Ciencias Agronómicas que generosamente abre sus puertas para que muchos jóvenes al igual que yo, tengamos la oportunidad de llevar a cabo nuestra formación académica.

Al Consejo Regulador del Tequila A.C., y a la Empresa Cuervo S.A de C.V.

Por su apoyo en el desarrollo de este trabajo de investigación en especial a los Maestros en Ciencias Javier García Galindo y Arturo Patiño Cruz.

Al Dr. Enrique Pimienta Barrios

Por su amistad, orientación y paciencia en el desarrollo de este trabajo y así mismo por darme la oportunidad de trabajar en su área.

A mis asesores y sinodales

Quienes amablemente aportaron en la mejora para el desarrollo de la investigación y en la revisión de esta tesis

Al Dr. José Luis Martínez Ramírez

De manera muy especial un reconocimiento a la desinteresada y valiosa ayuda, un reconocimiento por su gran capacidad profesional.

Al M.C. Santiago Sánchez Preciado

Agradeciendo sus conocimientos, contribuyendo a mi formación profesional.

QFB. Yolanda Ofelia Guevara Perales

Por haberme brindado su apoyo incondicional sin poner condiciones

Al M.C. Gregorio Nieves Hernández.

Por el apoyo brindado en la identificación de las diferentes especies de maleza que se fueron presentando durante el desarrollo del experimento

A todos los técnicos del laboratorio de suelo

Un agradecimiento por su gran apoyo

A mis maestros, por sus enseñanzas y consejos

Salvador Mena Munguía, Carlos Manuel Duran Martínez, Eduardo López Alcocer, Marcelino García Vázquez, María Luisa García Sahagún, Salvador González Luna, Luis Alberto Rendón Salcido.

A todos mis compañeros de la maestría por brindarme su amistad

A los Alumnos del servicio social del laboratorio de maleza

Por su gran apoyo en el desarrollo del trabajo de campo

Al personal administrativo

*Ana María Sánchez Herrera, Esther Abarca Martínez y Francisco Plascencia
Por brindarme su amistad y apoyo incondicional.*

CONTENIDO

	Pag
Índice de cuadros	iii
Índice de figuras	v
RESUMEN	1
SUMMARY	2
I.- INTRODUCCIÓN	3
Objetivos	5
Hipótesis	5
II.- REVISIÓN DE LITERATURA	6
III.- MATERIALES Y MÉTODOS	10
Descripción del sitio de estudio	10
Características agroclimáticas del área de estudio	10
Ubicación y localización del sitio experimental	10
Establecimiento del ensayo experimental	11
Preparación del suelo, plantación y establecimiento del cultivo	11
Variables físicas del ambiente	11
Temperaturas del aire y precipitación pluvial	11
Flujo de fotones fotosintéticamente activo (FFFA)	11
Contenido de agua en el suelo	12
Análisis físico-químico de suelos	12
Diseño experimental	13
Tratamientos evaluados	13
Tamaño de la unidad experimental	14
Tamaño de la parcela útil	14
Dinámica poblacional e identificación taxonómica de las especies de maleza	14
Registro de hojas formadas	14

Control de presencia de maleza en las diferentes unidades experimental ..	14
Variación estacional en la acumulación de azúcares solubles y formación de clorofila	15
Colecta de tejido fresco para la determinación de azúcares solubles y clorofila	15
Preparación de reactivos para la extracción de azúcares solubles	15
Antrona	15
Solución I	15
Solución II	16
Reactivo de Nelson	16
Extracción de azúcares solubles	16
Azúcares totales	16
Azúcares reductores	17
Extracción de clorofila	18
Clorofila	18
IV.- RESULTADOS	19
Condiciones ambientales	19
Dinámica poblacional de especies de maleza	21
Efecto de la competencia de maleza sobre el crecimiento del agave	23
Efecto de la competencia de maleza sobre el número de hojas formadas ..	23
Efecto de la competencia de maleza sobre la acumulación de biomasa fresca	26
Efecto de la competencia de maleza sobre la variación estacional de carbohidratos solubles (azúcares) en hojas de agave	27
Efecto de la competencia de maleza sobre la variación estacional en la concentración de clorofila en hojas de agave	30
Clorofila "total"	30
Clorofila "a y b"	32
V.- DISCUSIÓN	35
VI.- CONCLUSIONES	37
VII.- LITERATURA CITADA	38

ÍNDICE DE CUADROS

	Pag
Cuadro 1. Efecto de la competencia de maleza sobre el número de hojas formadas en plantas de agave (<i>Agave tequilana</i> Weber var. azul)	23
Cuadro 2. Efecto de la competencia de maleza sobre la acumulación de biomasa fresca (piña más hojas) y sobre el peso de la piña de plantas de agave (<i>Agave tequilana</i> Weber var. azul)	26
Cuadro 3. Efecto de la competencia de maleza sobre la concentración de azúcares totales en tejido de hojas de plantas de agave (<i>Agave tequilana</i> Weber var. azul)	28
Cuadro 4. Efecto de la competencia de maleza sobre la concentración de azúcares totales en tejido de hojas de plantas de agave (<i>Agave tequilana</i> Weber var. azul)	28
Cuadro 5. Efecto de la competencia de maleza sobre la concentración de azúcares reductores en tejido de hojas de plantas de agave (<i>Agave tequilana</i> Weber var. azul)	29
Cuadro 6. Efecto de la competencia de maleza sobre la concentración de azúcares reductores en tejido de hojas de plantas de agave (<i>Agave tequilana</i> Weber var. azul)	30
Cuadro 7. Efecto de la competencia de maleza sobre la formación de clorofila "total" en hojas fotosintéticas de agave (<i>Agave tequilana</i> Weber var. azul)	31
Cuadro 8. Efecto de la competencia de maleza sobre la formación de clorofila "total" en hojas fotosintéticas de agave (<i>Agave tequilana</i> Weber var. azul)	31
Cuadro 9. Efecto de la competencia de maleza sobre la formación de clorofila "a" en hojas fotosintéticas de agave (<i>Agave tequilana</i> Weber var. azul)	32

Cuadro 10. Efecto de la competencia de maleza sobre la formación de clorofila "a" en hojas fotosintéticas de agave (<i>Agave tequilana</i> Weber var. azul)	33
Cuadro 11. Efecto de la competencia de maleza sobre la formación de clorofila "b" en hojas fotosintéticas de agave (<i>Agave tequilana</i> Weber var. azul)	33
Cuadro 12. Efecto de la competencia de maleza sobre la formación de clorofila "b" en hojas fotosintéticas de agave (<i>Agave tequilana</i> Weber var. azul)	34

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag
Figura 1. Distribución de la precipitación pluvial (barras) y temperaturas promedio mensual máximas (Δ) y mínimas (∇), para el sitio de estudio en la región de Tequila, Jalisco	19
Figura 2. Contenido de agua en el suelo (barras) y humedad relativa máxima (Δ), y mínima (∇), para el sitio de estudio en la región de Tequila, Jalisco	20
Figura 3. Radiación total incidente (\circ), sobre plantas de agave (<i>Agave tequilana</i> Weber var. azul), radiación incidente bajo dosel en plantas de agave sin competencia de maleza todo el ciclo (Δ) y radiación incidente bajo dosel de plantas de agave con competencia de maleza todo el ciclo (∇), en 2003 y 2004 en la región de Tequila, Jalisco	21
Figura 4. Dinámica poblacional de las principales especies de maleza gramíneas presentes durante el desarrollo del agave (<i>Agave tequilana</i> Weber var. azul), en la región de Tequila, Jalisco. <i>Cyperus esculentus</i> (\circ), <i>Eleusine indica</i> (∇), <i>Digitaria sanguinalis</i> (Δ), <i>Rynchelithrum repens</i> (\diamond) y <i>Brachiaria plantaginea</i> (\square)	22
Figura 5. Número acumulado de hojas formadas por planta en agave (<i>Agave tequilana</i> Weber var. azul), sin competencia todo el ciclo (\circ) y con competencia todo el ciclo (\diamond), durante 2003 y 2004	24
Figura 6. Número acumulado de hojas formadas por planta en agave (<i>Agave tequilana</i> Weber var. azul), bajo los tratamientos días sin competencia de maleza y después con competencia de maleza (\circ) y bajo los tratamientos días con competencia de maleza y después sin competencia de maleza (\diamond)	25

Figura 7. Número acumulado de hojas formadas por planta en agave (*Agave tequilana* Weber var. azul), bajo los tratamientos días sin competencia de maleza y después con competencia de maleza (o) y bajo los tratamientos días con competencia de maleza y después sin competencia de maleza (◊), y su ecuación de ajuste 25

RESUMEN.

En el estado de Jalisco, los ecosistemas agrícolas que por tradición se dedicaron a la siembra de cultivos básicos y aquellas extensiones de tierra aprovechadas al pastoreo extensivo, han sufrido la reconversión al cultivo de agave (*Agave tequilana* Weber var. azul), y en consecuencia, han experimentado la invasión de diferentes especies de maleza. Esto ha propiciado el uso intensivo de herbicidas preemergentes de amplio espectro, lo que ocasiona un impacto ambiental negativo sobre el suelo a través de la erosión. Esto es resultado de la escasa o nula presencia de una cubierta vegetal que impida ese proceso durante el periodo de lluvias. El objetivo principal de esta investigación fue generar conocimiento básico sobre los efectos de la relación maleza/agave con el fin de contribuir a establecer las bases para un manejo sustentable e integrado de la maleza en el sistema de producción de agave. El presente estudio se llevó a cabo en una plantación comercial de agave reciente (cero años) en la región de Tequila, Jalisco, durante 2003 y 2004. La competencia de la maleza afectó de manera negativa el número de hojas formadas, peso de biomasa (piña + hojas), y el peso de la piña. Sin embargo, se encontró que la presencia de maleza durante los primeros treinta días no afecta ni el crecimiento ni la fisiología de la planta de agave.

Palabras clave: *Agave tequilana* Weber var. azul, maleza, competencia, crecimiento, azúcares, clorofila.

SUMMARY.

In the state of Jalisco, traditionally the agricultural ecosystems have been dedicated to sowing staple crops and extensive grazing. These recently have undergone a conversion to the agave (*Agave tequilana* Weber var. azul), culture and, as a consequence, have experienced the invasion of different species of weeds. This has caused the extensive use of a wide range of preemergent herbicides, which has caused a negative environmental impact on soils through erosion due to the scarce or null presence of plant cover which normally prevents that process during the rainy season. The primary objective of this investigation was to generate basic knowledge on the effects of weeds on agave with the purpose of contributing to the establishment of a sustainable and integrated control of weeds in the areas devoted to the production of agave. The present study was carried out during 2003 and 2004, in a new commercial plantation of agave in the region of Tequila, Jalisco. The competition from weeds affected in a negative way the number of leaves produced, weight of biomass (center stem + leaves), and the weight of the center stem. However, the presence of weeds did not affect the growth or the physiology of the agave plant during the first thirty days.

Key words: *Agave tequilana* Weber var. azul, weeds, competition, growth, sugars, chlorophyll.

I.- INTRODUCCIÓN

En el estado de Jalisco los ecosistemas agrícolas que por tradición se dedicaron a la siembra de cultivos básicos y aquellas extensiones de tierra dedicadas al pastoreo extensivo, han sufrido la reconversión al cultivo de agave y en consecuencia han experimentado la invasión de nuevas especies de maleza (Pimienta, 1999). Por lo anterior, y no obstante la falta de conocimiento científico sobre la biología, distribución, grado de infestación y daño ocasionado por las diferentes especies de maleza que invaden al cultivo de agave, los productores han adoptado como método el control químico (herbicidas) para solucionar el problema de maleza. Esto ha derivado en un uso intensivo de herbicidas preemergentes que responde más a criterios económicos que sustentables, por lo que a través de los efectos combinados con otros tipos de agroquímicos se puede alterar negativamente la estabilidad de los agroecosistemas de agave. El uso de herbicidas preemergentes de amplia residualidad en el cultivo de agave esta ocasionando un impacto ambiental negativo sobre el suelo a través de la erosión del mismo. Este efecto negativo es el resultado de la escasa ó nula presencia de una cubierta vegetal ocasionada por el uso de herbicidas preemergentes ya que estos eliminan prácticamente toda posibilidad de una cubierta vegetal durante el periodo de lluvias, además de otros posibles efectos negativos en la composición y vitalidad de la microflora (Van *et al.*, 2003; Moorman y Dowler, 1991), así como en el desarrollo y productividad del agave.

El uso de herbicidas en el cultivo de agave carece de sustento y criterios científicos sobre el problema de la presencia de maleza que se pretende resolver. A la fecha, no se ha documentado ampliamente los efectos directos o bien el nivel de daño y periodo crítico de competencia en la relación

maleza/agave. Esta información es relevante como base para establecer criterios y programas de manejo de la maleza que ofrezcan mayor eficacia en el control de la misma en los sistemas de producción de agave. Además, la información sobre los efectos competitivos de la maleza sobre el agave es también de importancia para establecer criterios que permitan por una parte, hacer un uso más racional de herbicidas y por otra, explorar el uso de herramientas tecnológicas de menor riesgo ambiental para finalmente establecer programas de manejo integrado del problema de la presencia de maleza con bases ecológicas que permita la conservación de los recursos naturales, en particular de los suelos que se encuentran en una intensa dinámica de erosión (Berti *et al.*, 1996; Van Acker *et al.*, 1993). La mayoría de los estudios de competencia se han enfocado sobre la biomasa y poco han estudiado la relación de la ecofisiología de maleza con la competencia y otros procesos de la dinámica poblacional de las especies, y sobre todo considerando su relación con la conservación de los recursos naturales y de ambiente (Williams *et al.*, 2004).

El objetivo principal del presente trabajo fue el de generar conocimiento básico sobre los efectos de la relación maleza/agave con el fin de contribuir a establecer las bases para un manejo sustentable e integrado de la maleza en el sistema de producción de agave. De esta manera, se describen los efectos de la competencia de la maleza sobre el crecimiento primario y sobre algunos aspectos fisiológicos en plantas de agave. Esperamos que los conocimientos generados en este trabajo contribuyan a la estabilidad del agroecosistema de agave en el estado de Jalisco.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Determinar el impacto de la competencia de la maleza sobre el crecimiento y respuesta fisiológica del agave.

Objetivos particulares

- Determinar el periodo crítico de competencia entre maleza y el cultivo del agave.
- Determinar el nivel de daño ocasionado por la competencia de maleza en el cultivo de agave a través del crecimiento y respuesta fisiológica del agave.

HIPÓTESIS

- El periodo crítico de competencia entre la maleza y el agave se prolonga durante todo el periodo de presencia de maleza.
- La competencia por maleza afecta negativamente el crecimiento primario y el desarrollo fisiológico del agave.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

En la actualidad prácticamente no se han generado conocimientos con bases científicas sobre la relación maleza-agave (*Agave tequilana* Weber var. azul), por lo que este capítulo solo aborda la definición de conceptos básicos y resultados sobre el periodo crítico de competencia que se han establecido a partir de las experiencias con cultivos anuales. La necesidad de generar conocimientos básicos sobre la relación maleza-agave parte de las observaciones de campo que han detectado los efectos negativos del uso intensivo de herbicidas preemergentes y de amplia residualidad y sus consecuencias ambientales como la erosión de los suelos así como el posible impacto que estos pueden estar ocasionando a través de su presencia en suelo, agua subterráneas y en la atmósfera.

La maleza interfiere con los cultivos al competir por la luz solar, el agua y los nutrientes, así como también a través de la liberación de compuestos alelopáticos. El agua y la luz son dos de los recursos primarios por los que los cultivos y la maleza compiten durante el crecimiento y desarrollo. La competencia por agua causa estrés, resultando en una reducción tanto en el crecimiento de la maleza como en el rendimiento de un cultivo (Radosevich *et al.*, 1977). Por otra parte, la competencia por luz ocurre debido a la intercepción directa ó sombreado por plantas vecinas (Zimdahl, 1993). A diferencia de la competencia por agua, la cual se puede minimizar a través del riego, la competencia por luz ocurre en todas las situaciones de los agroecosistemas y parece ser más severa cuando otros factores ambientales son favorables (Massinga *et al.*, 2003). Ya que la presencia de maleza intensifica la competencia por luz (Holt, 1995).

La sociedad Americana de la Ciencia de la Maleza definió a la competencia como “La adquisición activa de recursos limitados por un organismo que resulta en un abastecimiento limitado y consecuentemente reduce el crecimiento de otros organismos en un ambiente común” (Ahrens, 1994). Por lo anterior, para el diseño de sistemas alternativos del manejo de la maleza es importante y necesario el conocimiento sobre los efectos en los cultivos de la interferencia maleza-cultivo (Morales-Payan *et al.*, 2003; Tingle *et al.*, 2003). La interferencia maleza-cultivo ocurre a altas densidades de maleza al nivel inter e intraespecífica, causando pérdidas significativas en rendimiento de los cultivos (Deines *et al.*, 2004). Sin embargo, en el caso del cultivo de agave, poco se ha entendido las interacciones entre especies de maleza y sus efectos en el mismo.

Durante las primeras semanas después de la emergencia de un cultivo, los recursos presentes en el ambiente por lo general son suficientes para soportar el crecimiento tanto del cultivo como de la maleza. Sin embargo, conforme transcurre el tiempo, se presenta una demanda continua e incrementada de recursos que por lo general se van limitando, y en este momento, formalmente se establece la interferencia entre la maleza y los cultivos de tal forma que la maleza ya no es tolerada debido a los efectos negativos que puede causar ha un cultivo, iniciándose el periodo crítico de competencia maleza-cultivo (*PCCM-C*) (Norsworthy y Oliveira, 2004).

Uno de los primeros pasos en el diseño de un sistema exitoso de manejo integrado de maleza es identificar el periodo crítico de competencia de la relación la maleza-cultivo (Swanton y Weise, 1991). El periodo crítico de competencia entre la maleza y un cultivo (*PCCM-C*) es un estimado de la duración del tiempo en que la maleza deberá de ser controlada para prevenir daños a un cultivo (Evans *et al.*, 2003; Knezevic *et al.*, 2002; Hall *et al.*, 1992). Dos grupos de tratamientos son usados para encontrar el *PCCM-C*. En el primer grupo, el cultivo es mantenido libre de maleza por un periodo de tiempo y

se incrementa la longitud de tiempo en cada tratamiento para determinar el periodo que el cultivo deberá de ser mantenido libre de maleza para evitar daños o pérdidas en rendimiento. En el segundo grupo de tratamientos, se permite a la maleza desarrollarse junto con el cultivo incrementando las longitudes de tiempo para determinar el periodo máximo de infestación de maleza que el cultivo puede tolerar antes de que el cultivo sufra daños irrevocables (Van Acker *et al.*, 1993). Consecuentemente, la interferencia por maleza antes o después del *PCCM-C* no resultará en efectos sobre el rendimiento y desarrollo de un cultivo. Conociendo el *PCCM-C* y los factores que lo afectan es esencial para tomar decisiones sobre el tiempo apropiado del control de la maleza y lograr por ejemplo, un uso más eficiente y seguro de herbicidas (Knezevic *et al.*, 2002).

Los estudios de *PCCM-C* son importantes para hacer recomendaciones de control de maleza debido a que indican el tiempo óptimo para implementar y mantener el control de la maleza (Hall *et al.*, 1992). Además, el *PCCM-C* es útil para dar respuesta a una de las preocupaciones de la agricultura actual como lo es la reducción del uso de herbicidas en los sistemas de producción agrícola, ya que mediante los resultados obtenidos del *PCCM-C* se puede identificar la actividad residual efectiva requerida para herbicidas preemergentes, el momento adecuado para la aplicación de herbicidas posemrgentes, el tiempo apropiado para la plantación de cultivos de cobertura, el tiempo óptimo para las prácticas de cultivo (Martin *et al.*, 2001).

Por último, es de vital importancia considerar que el lapso de tiempo del periodo crítico de competencia entre la maleza y un cultivo puede variar de acuerdo a la topografía del terreno, las condiciones climáticas presentes, la genética del cultivo (Yenish y Young, 2004; Westgate *et al.*, 1997), las prácticas culturales (Teasdale, 1995 y 1998), tales como la intensidad de la preparación del suelo, tipo y cantidad de fertilización (Evans *et al.*, 2003; Cralle *et al.*, 2003), densidad de siembra, distancia entre líneas de siembra o surcos (Murphy *et al.*, 1996), y

diversos factores que pueden influenciar el *PCCM-C* al afectar directamente la composición de la comunidad de maleza, la densidad de la maleza, el tiempo de emergencia de la maleza y el crecimiento tanto del cultivo como de la maleza (Norsworthy y Oliveira, 2004; Halford *et al.*, 2001 y Hall *et al.*, 1992).

Por lo anterior, existe una gran variabilidad en el *PCCM-C*. Sin embargo, cuando no es posible evaluar todas las interacciones de los elementos que integran un sistema de producción, se pueden hacer generalizaciones apropiadas a partir de los elementos en estudio de cierto sitio y cultivo en particular. Sin embargo, se deberá de tomar en consideración que debido a las diferencias de las especies de maleza específicas en cada sitio debido a su morfología, fisiología, y desarrollo el *PCCM-C* es único para cada cultivo (Knezevic *et al.*, 2002).

III.- MATERIALES Y METODOS

Descripción del sitio de estudio

Características agroclimáticas del área de estudio. El municipio de Tequila, Jalisco se localiza, al centro-poniente del estado, en las coordenadas 20° 25'00'' a los 21° 12'30'' de latitud norte y de los 103° 36' 00'' de longitud oeste, y a una altura de 1180 msnm. El área cuenta con un clima semiseco, con invierno y primavera seca, y semicálida, sin cambio térmico invernal bien definido. La temperatura media anual es de 23.2° C, con una máxima de 31.9° C, y mínima de 14.5° C. El régimen de lluvias se registra entre los meses de mayo y agosto con una precipitación media de 1,073.1 milímetros. Los suelos predominantes son del tipo luvisol crómico, ortico, regosol eúritrico y feozem lúmico. (SEPRODE/INEGI, 1995). En el lote experimental la textura es franco-arcilloso y el contenido de materia orgánica es de 2.8% en los primeros 30 cm del suelo, presentando una capacidad de intercambio catiónico de 31.48. Presenta un pH neutro 7.10, un nivel medio de nitrógeno en forma nitrato, fósforo medio y el potasio medio.

Ubicación y localización del sitio experimental. El presente estudio se llevó a cabo en una plantación comercial de agave (*Agave tequilana* Weber var. azul), de reciente plantación (cero años), en un predio conocido como

"Buenos Aires" aledaño a la población de Tequila, Jalisco, propiedad de la empresa Casa Cuervo S.A. de C.V. localizado en el Km. 40.95 de la carretera Guadalajara-Nogales (20° 50' 37" LN; 103° 46' 59" LW) y a una altitud de 1,270 msnm.

Establecimiento del ensayo experimental

Preparación del suelo, plantación y establecimiento del cultivo. Previa a la plantación, el terreno fue preparado mediante diversas actividades como limpia de residuos del cultivo de agave del ciclo anterior, subsoleo doble, un paso de arado, dos pasos de rastra cruzadas para dejar el suelo lo más mullido posible, y por último se procedió al surcado ó rayado a una distancia de 2.8 m entre hileras de plantación. La plantación se realizó en el mes de mayo de 2003, utilizando hijuelos del número 2 (hijuelo conocido comúnmente como "naranja") y a una distancia entre hijuelos de 1.10 m. La plantación fue establecida a una densidad de 3,246 plantas ha. El cultivo se fertilizó en el mes de junio con la fórmula triple 17 a una dosis de 100 grs por planta. En los tratamientos bajo competencia de maleza fue necesario aplicar el insecticida Carbofuran: (2,3-dihidro-2,2-dimetil-7-benzofuranil-metilcarbamato) para el control de Chapulín a una dosis de 8 grs por planta (20 kg por hectárea).

Variables físicas del ambiente

Temperaturas del aire y precipitación pluvial. Se obtuvieron datos de temperaturas diurnas y nocturnas del aire así como de la precipitación pluvial a nivel diario de una estación meteorológica cercana al sitio de estudio conocida como "Rancho el Indio" de la empresa Sauza, localizada en la región de Tequila, Jalisco.

Flujo de fotones fotosintéticamente activos (FFFA). A partir del mes de junio de 2003 y hasta noviembre de 2004, cada 15 días se registraron

mediciones del FFFA incidentes (fotómetro Li-cor 250) en los tratamientos todo el tiempo limpio y todo el tiempo con competencia de maleza; radiación total incidente sobre el dosel de las plantas y la medición bajo el dosel, específicamente, en la parte intermedia del largo de las hojas. El registro del FFFA se llevó a cabo cada hora a partir de las 08:00 y hasta las 18:00 hrs. en tres plantas y en cada una sobre hojas con ángulo de exposición a los cuatro puntos cardinales.

Contenido de agua en el suelo. A partir de mayo de 2003 hasta noviembre de 2004, cada 15 días se tomaron 4 muestras de suelo a una profundidad de 0-15 y de 15 a 30 cm. Para el cálculo del contenido de agua en el suelo, las muestras fueron sometidas a secado en una estufa de secado marca Terlab a una temperatura constante de 70° C hasta que no se registró variación en peso de las mismas (aproximadamente 72 hrs.), Finalmente el contenido de agua en el suelo fue obtenido de acuerdo a Torres, (1984), calculándose con la siguiente fórmula:

$$\%H = \frac{PSH - PSS}{PSS} \times 100$$

Donde:

%H = porcentaje de humedad

PSH = peso de suelo húmedo

PSS = peso de suelo seco

Análisis físico-químico de suelos. Para determinar las características y propiedades físico-químicas del suelo del sitio experimental, se extrajeron muestras de un corte de suelo de 30 x 30 cm de un peso aproximado de un kilogramo. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Suelos del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.

Diseño experimental

Los tratamientos fueron evaluados bajo un diseño completamente aleatorio generalizado con 10 tratamientos y 5 repeticiones (una planta por repetición). $Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \epsilon_{ij}$. La separación de medias se realizó mediante la prueba de DMS (Rodríguez, 1991).

Donde:

Y_{ij} = Variable dependiente

μ = Media general

σ_i = Efecto de tratamiento i -ésimo

ϵ_{ij} = Error experimental en el i -ésimo tratamiento y la j -ésima repetición

Tratamientos evaluados. Se evaluaron 10 tratamientos bajo diferentes niveles de competencia de maleza:

1. Agave libre de maleza todo el ciclo (primeros seis meses) **(TL)**
2. Agave libre de maleza los primeros 30 días, después enhierbado **(30 DL)**
3. Agave libre de maleza los primeros 60 días, después enhierbado **(60 DL)**
4. Agave libre de maleza los primeros 90 días, después enhierbado **(90 DL)**
5. Agave libre de maleza los primeros 120 días, después enhierbado **(120 DL)**
6. Agave con competencia todo el ciclo (primeros seis meses) **(TE)**
7. Agave con competencia los primeros 30 días, después libre de maleza **(30 DE)**
8. Agave con competencia los primeros 60 días, después libre de maleza **(60 DE)**
9. Agave con competencia los primeros 90 días, después libre de maleza **(90 DE)**
10. Agave con competencia los primeros 120 días, después libre de maleza **(120 DE)**

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 15 de largo (90 m²).

Tamaño de la parcela útil. Cada parcela consistió de 1 línea de plantas (central) con 3 metros de distancia hacia líneas adyacentes de plantas (6 metros), por 13 metros de largo (78 m²), eliminando un metro de orillas.

Dinámica poblacional e identificación taxonómica de las especies de maleza. Cada 15 días mediante conteos en cuadrantes de 1 m², se registró la presencia de especies de maleza en cada tratamiento con la finalidad de obtener la dinámica poblacional de especies. Durante los dos ciclos del experimento (2003 y 2004), se realizaron colectas de especímenes para su debida identificación taxonómica contándose con la asesoría del personal del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara, en el CUCBA.

Registro de hojas formadas. Cada mes a partir de agosto de 2003 hasta noviembre de 2004, se realizó el registro de hojas formadas por planta, seleccionándose cinco plantas de agave al azar en cada parcela útil de cada tratamiento. Como hojas nuevas formadas se consideraron aquellas desprendidas completamente del cogollo de la planta de agave y que presentaban un ángulo aproximado de 20° con respecto al cogollo de la planta.

Control de presencia de maleza en las diferentes unidades experimentales. La presencia de maleza en cada tratamiento se controló en forma manual, con el uso de azadón y cazanga y después, se retiró la maleza de la unidad experimental.

Variación estacional en la concentración de azúcares solubles y formación de clorofila.

Colecta de tejido fresco para la determinación de azúcares solubles y clorofila. Con la finalidad de analizar el efecto de la competencia de maleza sobre la concentración de carbohidratos solubles y sobre la formación de clorofila, cada mes a partir de agosto de 2003 hasta noviembre de 2004, se tomaron muestras de tejido de hojas de agave en dos plantas previamente seleccionadas al azar. El tamaño de la muestra de tejido se obtuvo de la parte central de la hoja y de un tamaño aproximado de cinco centímetro de largo por tres centímetro de ancho (15 cm^2). Inmediatamente después del corte, el tejido muestra se colocó en una bolsa de polietileno previamente identificada (fecha, número de tratamiento y número de planta) y enseguida se resguardó en una hielera para posteriormente llevarla al laboratorio y colocarla en un congelador hasta su procesamiento.

Preparación de reactivos: Para la extracción de azúcares solubles

Antrona ($\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}$). Se pesó 0.06 grs de antrona en una balanza analítica Adventurer Ohaus para 6 muestras y en un vaso de precipitado de 50 mL se agregaron 30 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4), posteriormente se colocó en un plato caliente por 2 minutos y enseguida se le agregó la antrona y se agitó para su dilución.

Solución I. 500 mL de agua destilada se calentó a una temperatura 50°C y enseguida se le agregó 180 grs de sulfato de sodio (Na_2SO_4) y una vez diluido se agregaron 30 grs de carbonato de sodio (Na_2CO_3) y enseguida se añadieron 20 grs de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) y por último se agregaron 15 grs de tartrato de sodio $(\text{CHOHCOONa})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Posteriormente la mezcla se aforó a 1000 mL con agua destilada.

Solución II. 500 mL de agua destilada se calentó a una temperatura de 50° C y en seguida se le agregó 180 grs de sulfato de sodio (Na_2SO_4) y una vez disuelto, se agregaron 20 grs de sulfato cúprico ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) y una vez disueltos los reactivos se aforó a 1000 mL con agua destilada.

Reactivo de Nelson. La preparación de este reactivo se lleva a cabo en dos pasos y en condiciones oscuras: a) 900 mL de agua destilada se calentó a una temperatura de 50° C, en seguida se agregó 50 grs de molibdato de amonio ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$). En seguida se agregó 42 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) y se agitó por 40 segundos hasta que se obtuvo una mezcla. Posteriormente, la mezcla se colocó en un frasco de color ámbar para evitar su degradación. b) 50 mL de agua destilada se calentó a una temperatura de 50° C y posteriormente se le agregó 6 grs de arsenato de sodio (Na_2HAsO_4) y se agitó hasta obtener una mezcla. En seguida se colocó en el frasco ámbar que contenía el molibdato de amonio. En seguida se agitó la solución para obtener una mezcla y posteriormente se colocó en baño de María a 32° C por 48 hrs. La solución debe ser amarilla, sin tinte verde.

Extracción de azúcares solubles. La extracción de azúcares en tejido de hojas de agave se realizó por el método descrito por Carnal y Black, (1989), en el Laboratorio de Maleza del Departamento de Producción Agrícola del CUCBA.

Azúcares totales. El contenido de azúcares totales se determinó mediante el método de Dubois *et al.*, (1956), A un gramo de tejido fresco de hoja de agave se le removió la cutícula, en seguida se cortó en trozos más pequeños y se colocó en un tubo de maceración. Posteriormente se le agregó 5 mL de alcohol al 80% y se trituró con una varilla de vidrio hasta obtener un macerado homogeneizado. En seguida la muestra macerada se colocó a baño de María a 75° C por 5 minutos procurando agitar el extracto contra las paredes del tubo. Posteriormente se centrifugó a 10,500 revoluciones por minutos (rpm), durante

5 minutos a 4 grados centígrados y el sobrenadante se colocó en una probeta de 25 mL. Al precipitado nuevamente se le agregó 5 mL de alcohol al 80% y nuevamente se trituró con una varilla de cristal y posteriormente se calentó en baño de María a 75° C por 5 minutos y se centrifugó a 10,500 rpm, por 5 minutos. Los dos sobrenadantes se combinaron y se centrifugaron a 13,100 rpm, por 20 minutos a 4° C. Posteriormente el sobrenadante se colocó en una probeta de 25 mL y se aforó a un volumen de 25 mL con alcohol al 80%. Enseguida se tomó una muestra de 0.1 mL y se colocó en un tubo de ensaye y posteriormente se le agregó 2 mL de Antrona preparada y se agitó en Vortex por 10 segundos. Posteriormente los tubos se colocaron en baño de María a 80° C por 10 minutos. Enseguida los tubos se dejaron enfriar aproximadamente 3 minutos. Posteriormente se realizó la lectura de azúcares totales en un espectrofotómetro marca Spectronic modelo 4001/4 a 620 nm. Los azúcares totales fueron calculados con la siguiente fórmula:

$$\frac{\left[\left(\frac{(\text{Abs. } A_{620 \text{ nm}})(25 \text{ mL})}{(\text{Alícuota } 0.100 \text{ mL})} \right) + 0.00547 \right] / 107.628}{\text{Peso muestra mg / g de peso fresco}}$$

Azúcares reductores. Los reductores por el método de Somogyi, (1952). Para determinar la concentración de azúcares reductores en tejido foliar se tomó una muestra de 0.1 mL y se colocó en un tubo de ensaye y posteriormente se le agregó 1 mL de reactivo de cobre previamente preparado (solución I y solución II) y se agitó en Vortex por 10 segundos. Posteriormente los tubos se colocaron en baño de María a 80° C por 10 minutos. Enseguida los tubos se dejaron enfriar. Posteriormente se les agrego 1 mL de reactivo de Nelson y se agitó en Vortex por 10 segundos y se dejó reposar 30 minutos en la oscuridad y cubiertos con papel de aluminio. Finalmente se procedió a realizar las lecturas en un espectrofotómetro marca Spectronic modelo 4001/4 a 565 nm. Los azúcares reductores fueron calculados con la siguiente fórmula:

$$\frac{\left[\left(\frac{(Abs. A 565 nm)(25 mL)}{(Alicuota 0.100 mL)} \right) + 0.01914 \right] / 259.987}{Peso muestra mg / g de peso fresco}$$

Extracción de clorofila. La extracción de clorofila en tejido de hojas de agave se realizó por el método descrito por Castelfranco, (1977), con las lecturas obtenidas se estimó el contenido de clorofila con la fórmula de Bruinsma, (1961).

Clorofila. A dos gramos de tejido fresco de hojas fotosintéticamente activas de agave se cortaron en trozos pequeños y se maceraron en mortero. Enseguida se adicionó 8 mL de acetona fría al 80% y posteriormente se centrifugó a 10,000 rpm, por 10 minutos a 4° C. Se colectó el sobrenadante en una probeta fría previamente cubierta con papel de aluminio y al precipitado se le agregaron 8 mL de acetona al 80% y se agitó para homogeneizarlo. Nuevamente se centrifugó a 10,000 rpm, por 10 minutos a 4° C obteniéndose un segundo sobrenadante el cual se mezcló con el primero. Se registró el volumen final y se procedió a realizar las lecturas en un espectrofotómetro marca Spectronic modelo 4001/4 con longitudes de onda 645 y 663 nm, La concentración de clorofila obtuvo con las siguientes fórmulas:

$$\text{Clorofila "Total"} = 8.02(A663 \text{ nm}) + 20.2(A645 \text{ nm}) = \mu\text{g/mL}$$

$$\text{Clorofila "a"} = 12.7(A663 \text{ nm}) - 2.59(A 645 \text{ nm}) = \mu\text{g/mL}$$

$$\text{Clorofila "b"} = 22.9(A645 \text{ nm}) - 4.68(A663 \text{ nm}) = \mu\text{g/mL}$$

V.- RESULTADOS

Condiciones ambientales. Durante el desarrollo del presente trabajo en el área de la de la región de Tequila, Jalisco se registraron variables físicas del ambiente que permitieron caracterizarla como una región con la presencia de una estación humedad definida de mayo a septiembre, ya que aproximadamente el 90%, (856 mm en el 2003 y 1037 mm en el 2004), de la precipitación pluvial registrada se presentó de junio a septiembre, con la mayor cantidad en los meses de junio y julio (Figura 1). La estación seca se presentó a partir de noviembre hasta mayo cuando el contenido de agua en el suelo se redujo hasta un 15%, (Figura 2). El mes más calido fue mayo con una temperatura máxima promedio del aire de entre 36° C y 37° C y los meses más fríos fueron diciembre enero y con una temperatura mínima promedio del aire que oscilo entre los 7° y 10° C (Figura 1).

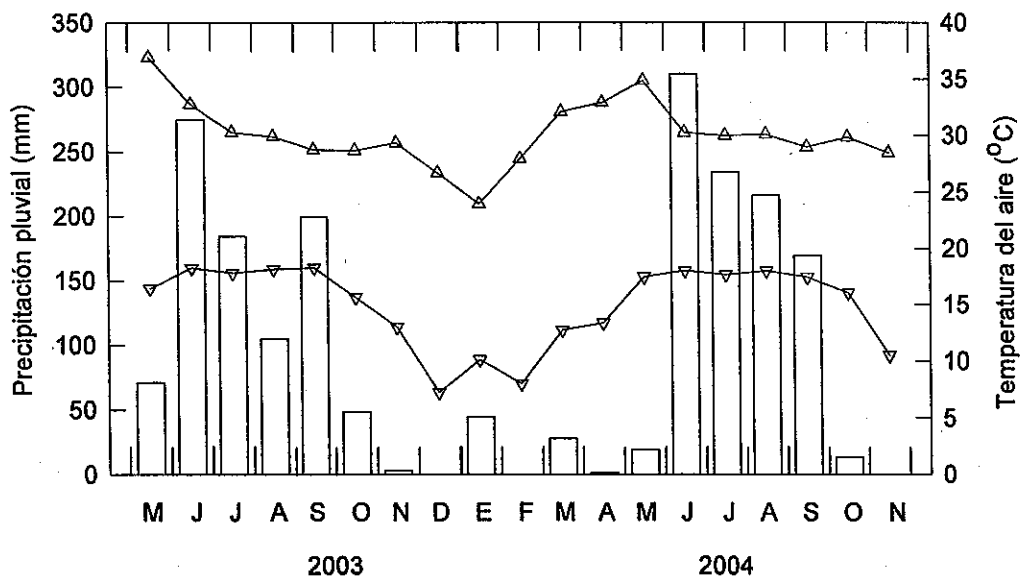


Figura 1. Distribución de la precipitación pluvial (barras) y temperaturas promedio mensual máximas (Δ) y mínimas (∇), para el sitio de estudio en la región de Tequila, Jalisco.

El contenido de agua en el suelo se mantuvo por arriba del 20%, en los meses de mayo a septiembre de 2003, con la mayor acumulación de los meses de julio y agosto con 30 y 31%, respectivamente. A partir de enero de 2004 se presentó la época seca reduciéndose la cantidad de agua en el suelo hasta 8.7%, en el mes de abril, y posteriormente a partir de mayo nuevamente se incrementó hasta alcanzar un valor máximo de 27%, en el mes de septiembre (Figura 2). La mayor humedad relativa se presentó de junio a septiembre en ambos años (Figura 2).

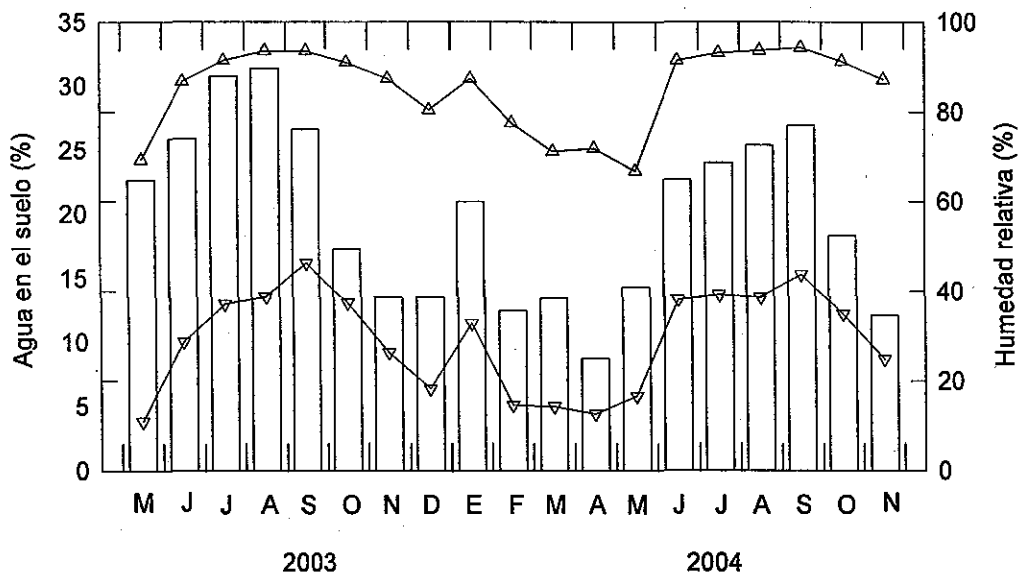


Figura 2. Contenido de agua en el suelo (barras) y humedad relativa máxima (Δ), y mínima (▽), para el sitio de estudio en la región de Tequila, Jalisco.

La mayor cantidad en el flujo de fotones fotosintético se registró durante la época seca a partir de noviembre de 2003 a abril de 2004 con la mayor cantidad en el mes de abril ($1041.39 \mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$) y la menor cantidad de ($473.12 \mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$), durante el periodo de lluvias que es de junio a octubre de ambos años (Figura 3).

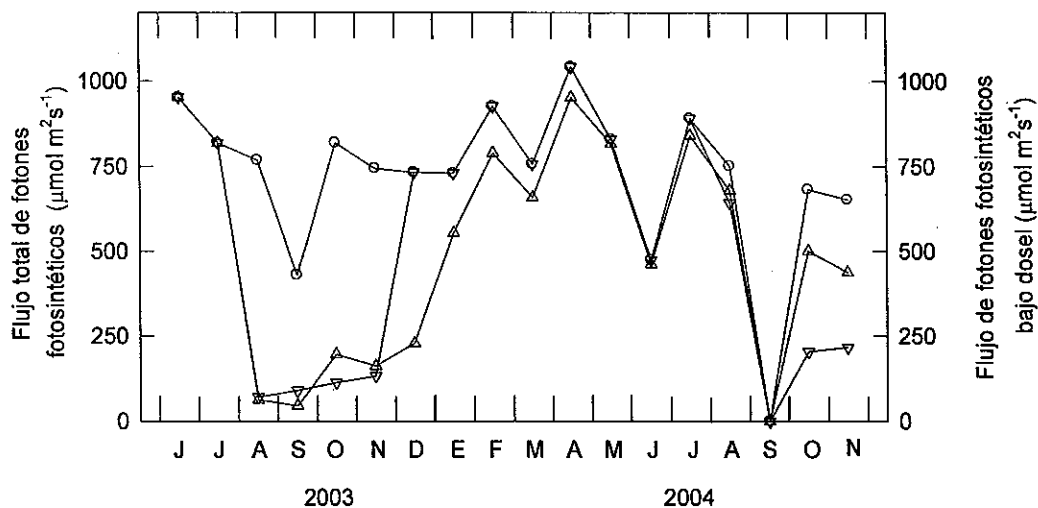


Figura 3. Radiación total incidente (o), sobre plantas de agave (*Agave tequilana* Weber var. azul), radiación incidente bajo dosel en plantas de agave sin competencia de maleza todo el ciclo (Δ) y radiación incidente bajo dosel de plantas de agave con competencia de maleza todo el ciclo (∇), en 2003 y 2004 en la región de Tequila, Jalisco.

Dinámica poblacional de especies de maleza. En la población de maleza predominaron las monocotiledóneas (gramíneas y afines de hoja angosta). En 2003, de las especies de hoja angosta, predominó el "coquillo" *Cyperus esculentus* (L.) representando aproximadamente el 65%, del total, seguida por las gramíneas *Eleusine indica* (L.) Gaertn (15%), *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop (7%), *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. (2%). También se registró la presencia de otras especies de maleza gramíneas que se presentaron en época posterior a la germinación de las especies anteriores ó en bajas poblaciones como *Cenchrus echinatus* L., y *C. pilosum* Kunth, *Chloris submutica* Kunth, y *C. virgata* Sw., *Echinochloa colonum* L., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., y *Rynchelithrum repens* (Willd) C. H. Hubb., las cuales en conjunto representaron solo un 8%, (Figura 4). En 2004 la especie *Cyperus esculentus* L. no obstante que su población disminuyó continuó con el dominio al representar el nuevamente el 63%, del total de las especies gramíneas, sin embargo, se

incremento la población de la especie *Rynchelithrum repens* con un 24%, de la población y se registró la presencia disminuida de especies como *Cynodon dactylon* (4%) y de *Eleusine indica* (3%). Es de resaltar que en este segundo año se presentó un cambio en la composición de la comunidad ya que las especies del género *Cenchrus* spp., *Chloris* spp. y *Digitaria sanguinalis* Scop., disminuyó su presencia en forma drástica, representando únicamente tan solo un 2% (Figura 4).

En ambos años las especies dicotiledóneas se presentaron en poblaciones sumamente bajas ya que estas tan solo representaron el 5%, de la composición total de la flora arvense presente. Entre las especies dicotiledóneas se registró *Ipomoea purpurea* (L.) Roth e *I. pedatisecta* M. Martens & galeotti., *Amaranthus hybridus* L., y *A. palmeri* S. Watson., *Portulaca oleracea* L., y *Euphorbia* sp.

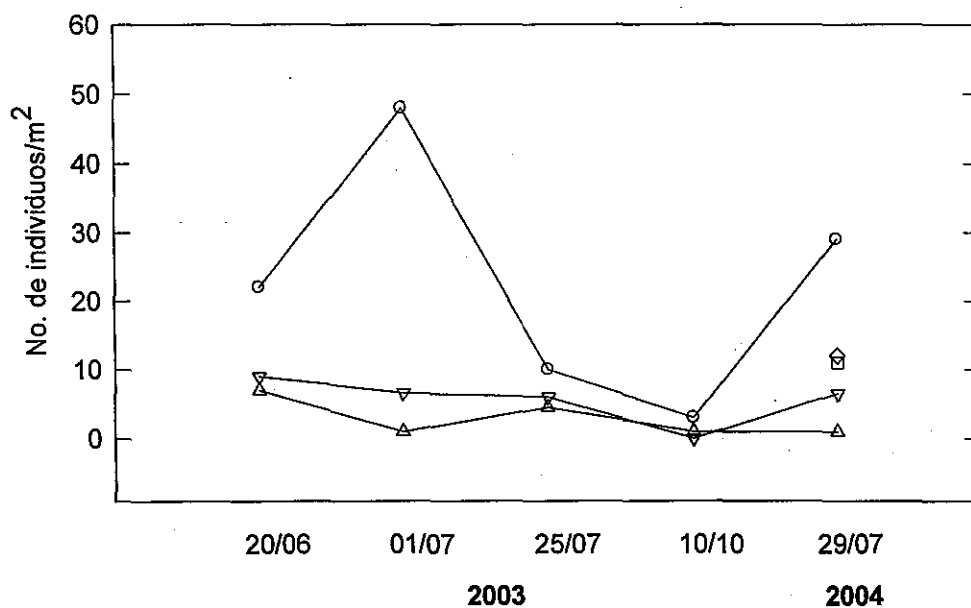


Figura 4. Dinámica poblacional de las principales especies de maleza gramíneas presentes durante el desarrollo del agave (*Agave tequilana* Weber var. azul), en la región de Tequila, Jalisco. *Cyperus esculentus* (○), *Eleusine indica* (▽), *Digitaria sanguinalis* (Δ), *Rynchelithrum repens* (◇) y *Brachiaria plantaginea* (□).

Efecto de la competencia de maleza sobre el crecimiento del agave

Efecto de la competencia de maleza sobre el número de hojas formadas.

Fue notorio el efecto de la competencia de maleza sobre el crecimiento de plantas de agave ya que el número promedio de hojas formadas se redujo significativamente ($P=0.05$) en el tratamiento de plantas de agave bajo competencia de maleza todo el ciclo (TE), en un 62 y 49%, para 2003 y 2004 respectivamente, en comparación al tratamiento testigo que se mantuvo sin competencia de maleza todo el ciclo (TL), (Cuadro 1). Al final del segundo año (2004), la reducción en el número acumulado de hojas formadas resultó en una reducción significativa ($P=0.05$) del 52%, para las plantas de agave en el (TE), en comparación al (TL). (Cuadro 1 y Figuras 5 y 6).

Cuadro 1. Efecto de la competencia de maleza sobre el número de hojas formadas en plantas de agave (*Agave tequilana* Weber var. azul).

Tratamientos	2003	2004	Acumulado 2003 - 2004
	No. de hojas promedio/planta ⁻¹		
TL	18.40 a	43.4 a	61.8 a
30 DL	8.40 fg	25.4 e	33.8 c
60 DL	11.80 de	31.8 d	43.6 b
90 DL	19.40 a	37.8 bc	57.2 a
120 DL	17.40 ab	40.8 ab	58.2 a
TE	7.00 g	22.4 e	29.4 c
30 DE	16.00 bc	40.4 ab	56.4 a
60 DE	14.00 cd	33.6 cd	47.6 b
90 DE	12.00 de	33.8 cd	46.2 b
120 DE	10.60 ef	31.8 d	47.8 b
C.V (%)	13	12	10
DMS _{0.05}	2.27	5.21	6.29

Medias dentro de cada columna con diferente letra difieren estadísticamente según DMS_{0.05}.

La diferencia entre el tratamiento sin competencia de maleza todo el ciclo (TL), y el resto de los tratamientos también arrojó diferencias significativas ya que al analizar los tratamientos de plantas de agave sin competencia de maleza los primeros 30 días (DL) y después con competencia de maleza (30 DE), contra el

tratamiento (TL), el tratamiento (30 DL), presentó una reducción significativa ($P=0.05$) del 55%, en el 2003 y 42%, en el 2004 respectivamente. Por el contrario, el número de hojas formadas en el tratamiento (30 DE), presentó una reducción significativa ($P=0.05$) en el número de hojas formadas de solo 13 y 9%, para el 2003 y 2004. Estos resultados indican que el efecto de la competencia de la maleza sobre la planta de agave no es significativo en el número de hojas formadas durante los primeros 30 días después de la emergencia de la misma (Cuadro 1). Sin embargo, es notorio que conforme se amplía el periodo durante el cual se mantiene a las plantas de agave libre de competencia de maleza el número de hojas formadas se incrementa paralelamente en particular, cuando el periodo libre de maleza se alarga hasta los 90 días (Cuadro 1 y Figuras 5 y 6), ya que entre 90 y 120 días la diferencia en la formación de hojas no es ya significativa.

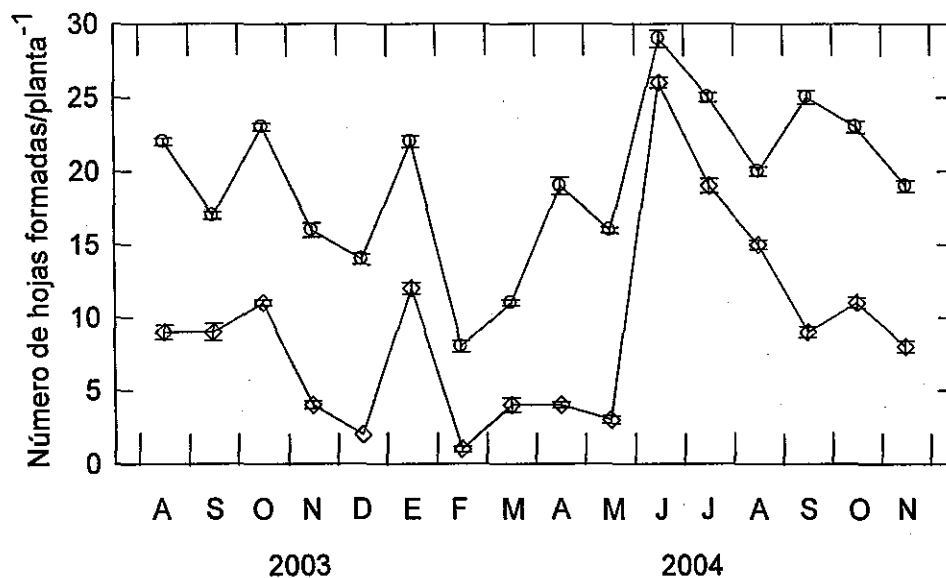


Figura 5. Número acumulado de hojas formadas por planta en agave (*Agave tequilana* Weber var. azul), sin competencia todo el ciclo (o) y con competencia todo el ciclo (◊), durante 2003 y 2004.

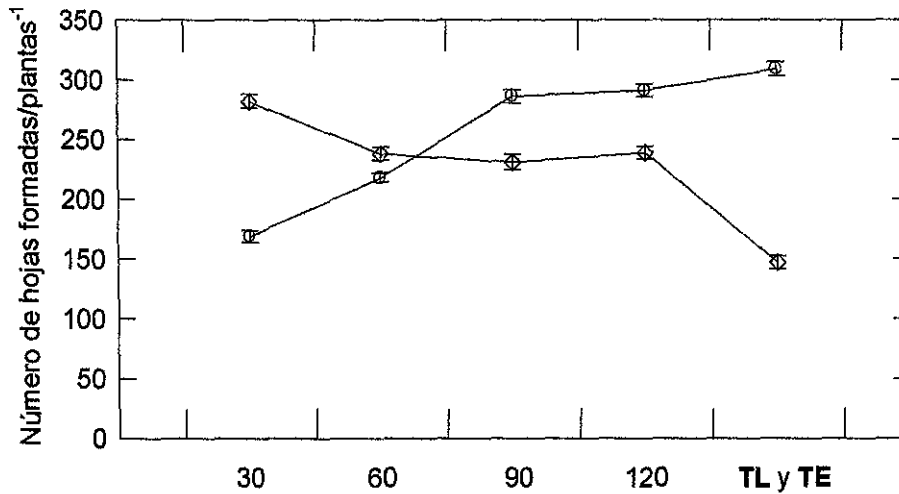


Figura 6. Número acumulado de hojas formadas por planta en agave (*Agave tequilana* Weber var. azul), bajo los tratamientos días sin competencia de maleza y después con competencia de maleza (o) y bajo los tratamientos días con competencia de maleza y después sin competencia de maleza (◊).

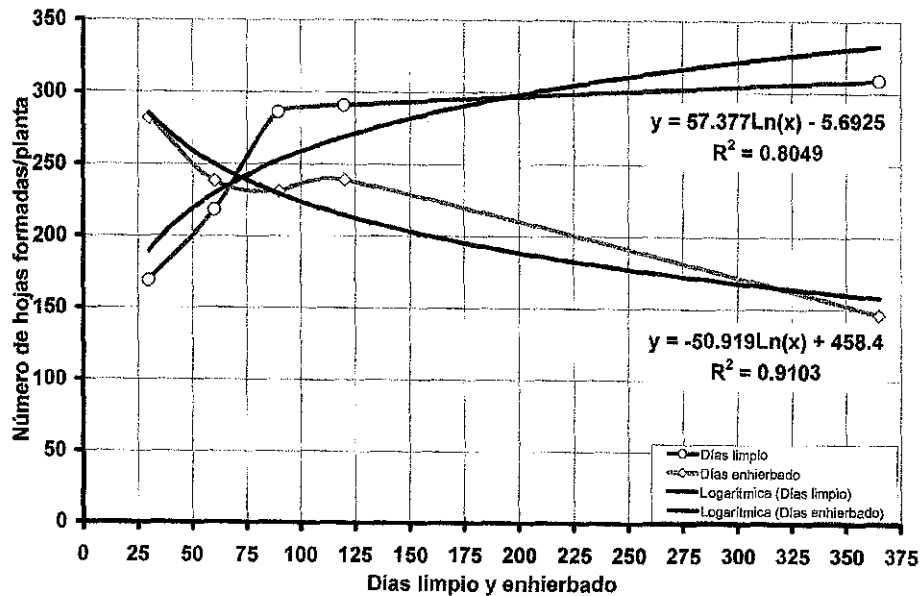


Figura 7. Número acumulado de hojas formadas por planta en agave (*Agave tequilana* Weber var. azul), bajo los tratamientos días sin competencia de maleza y después con competencia de maleza (o) y bajo los tratamientos días con competencia de maleza y después sin competencia de maleza (◊), y su ecuación de ajuste.

Efecto de la competencia de maleza sobre la acumulación de biomasa fresca. El efecto de la competencia sobre el peso fresco de la biomasa aérea (piña más hojas), fue notorio ya que las plantas de agave en el testigo bajo competencia continua de maleza (TE), presentó una reducción significativa en peso ($P > 0.05$) del 70%, (Cuadro 2), en comparación al testigo sin competencia de maleza (TL). Por otra parte, al analizar los tratamientos de 30 días bajo competencia y después limpio el resto del ciclo (30 DE) y el de 30 días limpio y después con competencia el resto del ciclo (30 DL), en comparación al testigo siempre limpio (TL), los resultados demuestran que el efecto de la maleza en los primeros 30 días no fue significativo en peso aéreo de la planta ya que no presentó una diferencia significativa con relación al (TL), incluso resultó mayor a este último. Por el contrario el tratamiento (30 DL), resultó en una reducción significativa ($P > 0.05$) en el peso aéreo del 65%, aproximadamente (Cuadro 2). De los resultados del resto de los tratamientos se desprende que conforme se alarga el periodo de competencia disminuye el peso de de la biomasa aérea.

Cuadro 2. Efecto de la competencia de maleza sobre la acumulación de biomasa fresca (piña más hojas) y sobre el peso de la piña de plantas de agave (*Agave tequilana* Weber var. azul).

Tratamientos	Peso fresco de biomasa (piña más hojas)(Kg.)	Peso fresco de la piña (Kg.)
TL	14.0 a	3.2 abc
30 DL	4.9 d	1.7 ef
60 DL	8.6 bc	2.3 cdef
90 DL	10.3 b	2.7 bcd
120 DL	13.8 a	3.5 ab
TE	4.3 d	1.4 f
30 DE	16.0 a	3.9 a
60 DE	8.9 bc	2.4 cde
90 DE	6.7 cd	1.9 def
120 DE	10.4 b	2.6 bcde
C.V (%)	19.8	22.6
DMS _{0.05} .	3.31	0.98

Medias dentro de cada columna con diferente letra difieren estadísticamente según DMS_{0.05}.

Los mismos resultados se reflejaron al analizar el efecto de la maleza sobre el peso de la piña. El tratamiento (TL), presentó un peso de la piña superior ($P = 0.05$) en un 53%, (3.2 kg.) en comparación al (TE), (1.49 kg), (Cuadro 2). Por otra parte, al analizar los tratamientos de 30 días bajo competencia y después limpio el resto del ciclo (30 DE) y el de 30 días limpio y después con competencia el resto del ciclo (30 DL), en comparación al testigo siempre limpio (TL), los resultados demuestran que el efecto de la maleza en los primeros 30 días no fue significativo en peso de la piña ya que no presentó una diferencia significativa con relación al (TL), incluso resultó mayor a este último. Por el contrario el tratamiento (30 DL), resultó con una reducción significativa ($P > 0.05$) en el peso de la piña del 57%, aproximadamente (Cuadro 2). El resto de los tratamientos refleja que el peso de la piña se redujo conforme se amplió el periodo de la presencia ó competencia por la maleza.

Efecto de la competencia de maleza sobre la variación estacional de carbohidratos solubles (azúcares) en hojas de agave.

No se detectó diferencia significativa ($P=0.05$) en la concentración de azúcares totales en hojas de agave entre tratamientos, excepto en los meses de diciembre de 2003 y enero de 2004 (Cuadros 3 y 4). Es de resaltar que durante el periodo de junio a agosto cuando se presentó la mayor presión competitiva de la maleza, esta no afectó negativamente la concentración de azúcares totales en plantas de agave de ningún tratamiento. En diciembre de 2003 y enero de 2004 las diferencias significativas entre tratamientos en la concentración de azúcares totales no mostró un patrón definido ya que el tratamiento 120 días bajo competencia de maleza (120 DE), resultó superior al resto. Esta diferencia observada en la concentración de azúcares totales entre los tratamientos de diciembre y enero se pudo haber debido a otro efecto diferente a la competencia de la maleza ya que a partir de octubre prácticamente ya no existe efecto competitivo de la maleza sobre el cultivo dado que esta ya se encontraba en etapa de senescencia.

Cuadro 3. Efecto de la competencia de maleza sobre la concentración de azúcares totales en tejido de hojas de plantas de agave (*Agave tequilana* Weber var. azul).

Tratam.	Azúcares totales ($\mu\text{g}/\text{gr}$ de tejido fresco)							
	2003					2004		
	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Enero	Feb.	Mar.
T.L	1.29 a	0.79 a	0.36 a	0.54 a	0.59 bc	0.58 bc	0.50 a	0.58 a
30 D.L	0.94 a	0.43 a	0.28 a	0.49 a	0.40 c	0.31 c	0.43 a	0.41 a
60 D.L	0.89 a	0.31 a	0.37 a	0.45 a	0.43 c	0.43 bc	0.37 a	0.60 a
90 D.L	0.56 a	0.51 a	0.42 a	0.49 a	0.77 b	0.64 bc	0.47 a	0.57 a
120 D.L	0.71 a	0.31 a	0.62 a	0.99 a	0.56 bc	0.97 bc	0.56 a	0.60 a
T.E	0.90 a	0.24 a	0.23 a	0.42 a	0.49 bc	0.55 bc	0.39 a	0.41 a
30 D.E	1.28 a	0.70 a	0.46 a	0.53 a	0.58 bc	1.21 ab	0.48 a	0.97 a
60 D.E	1.02 a	0.86 a	0.52 a	0.50 a	0.44 c	0.79 bc	0.59 a	0.66 a
90 D.E	0.74 a	0.72 a	0.45 a	0.67 a	0.50 bc	1.03 bc	0.63 a	0.88 a
120 D.E	0.54 a	0.71 a	0.57 a	0.90 a	1.28 a	1.88 a	0.46 a	0.86 a

C.V. % 33.14 39.88 38.75 25.20 22.57 41.61 18.84 34.02

DMS_{0.05}. NS NS NS NS 0.30 0.78 NS NS

Medias dentro de cada columna con diferente letra difieren estadísticamente según DMS_{0.05}.

Cuadro 4. Efecto de la competencia de maleza sobre la concentración de azúcares totales en tejido de hojas de plantas de agave (*Agave tequilana* Weber var. azul).

Tratam.	Azúcares totales ($\mu\text{g}/\text{gr}$ de tejido fresco)							
	2004							
	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.
T.L	0.90 a	1.41 a	1.01 a	1.00 a	0.47 a	0.54 a	0.70 a	0.76 a
30 D.L	1.16 a	2.54 a	0.87 a	1.21 a	0.49 a	0.70 a	0.87 a	0.81 a
60 D.L	1.28 a	2.04 a	1.12 a	1.11 a	0.61 a	0.54 a	0.85 a	0.74 a
90 D.L	0.77 a	2.51 a	1.11 a	0.94 a	0.39 a	0.82 a	0.78 a	1.02 a
120 D.L	0.86 a	0.98 a	0.83 a	1.25 a	0.43 a	0.66 a	0.71 a	0.53 a
T.E	0.48 a	1.63 a	1.43 a	0.82 a	0.43 a	0.28 a	0.55 a	0.55 a
30 D.E	0.86 a	1.28 a	0.77 a	1.05 a	0.67 a	0.40 a	0.67 a	1.00 a
60 D.E	0.99 a	1.23 a	0.72 a	1.06 a	0.69 a	0.32 a	0.55 a	0.84 a
90 D.E	0.96 a	0.99 a	0.79 a	1.13 a	0.47 a	0.37 a	0.71 a	0.95 a
120 D.E	0.51 a	1.30 a	0.80 a	1.22 a	0.55 a	0.31 a	0.56 a	0.94 a

C.V. % 39.65 67.54 25.05 14.10 51.08 18.03 20.43 24.10

DMS_{0.05}. NS NS NS NS NS NS NS NS

Medias dentro de cada columna con diferente letra difieren estadísticamente según DMS_{0.05}.

El efecto de la maleza a través de la competencia también presentó diferencias significativas entre tratamientos en la concentración de azúcares reductores en

hojas de agave en los meses de octubre y diciembre de 2003, así como en abril y septiembre de 2004 (Cuadros 5 y 6). En octubre de 2003, los tratamientos sin competencia de maleza por lo general presentaron mayor contenido de azúcares reductores (Cuadro 5). En los meses de diciembre y abril los resultados de los diferentes tratamientos no reflejaron una respuesta definida al efecto por la competencia de maleza. Sin embargo, en septiembre de 2004, los tratamientos en los que las plantas de agave se mantuvieron sin competencia de maleza superaron significativamente ($P=0.05$) en la concentración de azúcares reductores a aquellos con competencia de maleza (Cuadro 6). Esta respuesta fue debido a que en este mes aún existe presión y competencia de la maleza, por lo que se asume que el efecto de competencia de la maleza sobre los azúcares reductores se reflejó de forma acumulativa y tardía.

Cuadro 5. Efecto de la competencia de maleza sobre la concentración de azúcares reductores en tejido de hojas de plantas de agave (*Agave tequilana* Weber var. azul).

Tratam.	Azúcares reductores ($\mu\text{g}/\text{gr}$ de tejido fresco)							
	2003					2004		
	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.
T.L	0.09 a	0.16 a	0.16 bc	0.26 a	0.18 a	0.11 a	0.09 a	0.11 a
30 D.L	0.11 a	0.15 a	0.10 c	0.14 a	0.10 bc	0.07 a	0.07 a	0.07 a
60 D.L	0.28 a	0.12 a	0.18 ab	0.14 a	0.10 bc	0.11 a	0.05 a	0.11 a
90 D.L	0.15 a	0.11 a	0.14 bc	0.23 a	0.12 abc	0.05 a	0.07 a	0.05 a
120 D.L	0.35 a	0.15 a	0.25 a	0.25 a	0.17 a	0.13 a	0.09 a	0.13 a
T.E	0.10 a	0.19 a	0.09 c	0.16 a	0.14 ab	0.10 a	0.10 a	0.10 a
30 D.E	0.12 a	0.15 a	0.16 bc	0.17 a	0.10 bc	0.14 a	0.09 a	0.14 a
60 D.E	0.14 a	0.15 a	0.08 c	0.14 a	0.06 c	0.17 a	0.07 a	0.17 a
90 D.E	0.11 a	0.14 a	0.08 c	0.16 a	0.15 ab	0.12 a	0.15 a	0.12 a
120 D.E	0.25 a	0.24 a	0.19 ab	0.20 a	0.14 ab	0.27 a	0.09 a	0.27 a

C.V. % 53.69 35.49 25.25 32.21 23.36 50.96 58.52 51.19

DMS_{0.05}. NS NS 0.08 NS 0.06 NS NS NS

Medias dentro de cada columna con diferente letra difieren estadísticamente según DMS_{0.05}.

Cuadro 6. Efecto de la competencia de maleza sobre la concentración de azúcares reductores en tejido de hojas de plantas de agave (*Agave tequilana* Weber var. azul).

Tratam.	Azúcares reductores ($\mu\text{g/g}$ tejido fresco)							
	2004							
	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.
T.L	0.11 ab	0.11 a	0.14 a	0.17 a	0.16 a	0.18 ab	0.22 a	0.20 a
30 D.L	0.04 c	0.08 a	0.11 a	0.14 a	0.07 a	0.17 abc	0.13 a	0.25 a
60 D.L	0.06 bc	0.07 a	0.17 a	0.14 a	0.18 a	0.16 abc	0.20 a	0.22 a
90 D.L	0.09 abc	0.29 a	0.14 a	0.21 a	0.10 a	0.21 a	0.15	0.36 a
120 D.L	0.13 a	0.20 a	0.11 a	0.18 a	0.09 a	0.17 ab	0.15 a	0.17 a
T.E	0.12 ab	0.09 a	0.16 a	0.13 a	0.07 a	0.07 d	0.09 a	0.17 a
30 D.E	0.14 a	0.09 a	0.09 a	0.18 a	0.17 a	0.13 bcd	0.15 a	0.18 a
60 D.E	0.12 ab	0.11 a	0.12 a	0.17 a	0.15 a	0.07 d	0.12 a	0.26 a
90 D.E	0.06 bc	0.13 a	0.09 a	0.14 a	0.09 a	0.09 d	0.16 a	0.21 a
120 D.E	0.07 bc	0.15 a	0.19 a	0.16 a	0.11 a	0.11 cd	0.13 a	0.27 a
C.V. %	29.35	88.90	73.38	27.22	62.91	20.81	35.00	33.10
DMS _{0.05}	0.06	NS	NS	NS	NS	0.06	NS	NS

Medias dentro de cada columna con diferente letra difieren estadísticamente según DMS_{0.05}.

Efecto de la competencia de maleza sobre la variación estacional en la concentración de clorofila en hojas de agave.

Clorofila "total". La formación y concentración de clorofila "total" en hojas fotosintéticas de agave fue superior ($P=0.05$) en el tratamiento sin competencia de maleza todo el ciclo (TL), sobre el tratamiento bajo competencia de maleza todo el ciclo (TE), en los meses de noviembre y diciembre de 2003 (57 y 30%, respectivamente), (Cuadro 7). En el 2004, el (TL), fue superior ($P=0.05$) al (TE), en los meses de enero, febrero, marzo y mayo (52, 51, 35 y 51%, respectivamente), (Cuadros 7 y 8). Durante el periodo de mayor presencia y competencia de maleza (de junio a septiembre del 2004), no se registró un efecto de los tratamientos con competencia de maleza sobre la formación y concentración de clorofila total (Cuadro 8). Por otra parte, el resto de los tratamientos bajo diferente periodo libre de maleza (DL) y aquellos bajo competencia de maleza (DE), no reflejaron una respuesta consistente a los

efectos de la competencia por maleza en la concentración de clorofila "total" en hojas de agave.

Cuadro 7. Efecto de la competencia de maleza sobre la formación de clorofila "total" en hojas fotosintéticas de agave (*Agave tequilana* Weber var. azul).

Tratam.	Clorofila "total" (µg/g tejido fresco)					
	2003		2004			
	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.
TL	17.85 a	18.57 a	18.28 a	13.91	11.95 abc	10.73 a
30 DL	8.16 b	11.47 bc	9.42 bcd	6.59 d	6.46 e	5.51 d
60 DL	11.23 b	12.38 bc	7.48 d	8.35 cd	6.06 e	5.78 d
90 DL	11.57 b	10.85 bc	9.46 bcd	9.63 cd	7.26 de	6.20 cd
120 DL	9.51 b	12.52 bc	13.27 b	13.29 ab	12.11 ab	8.04 bc
TE	7.72 b	12.81 bc	8.70 cd	6.83 d	7.76 cde	9.92 ab
30 DE	11.48 b	13.79 bc	13.46 b	13.17 ab	8.08 bcde	11.57 a
60 DE	8.67 b	10.28 c	18.12 a	14.27 a	13.22 a	10.67 a
90 DE	8.89 b	10.56 c	10.42 bcd	10.86 bc	11.15 abcd	7.85 c
120 DE	8.90 b	14.68 b	11.96 bc	13.78 ab	9.59 abcde	10.32 a
C.V. %	18.85	13.61	16.54	13.04	20.35	9.80
DMS _{0.05}	4.37	3.88	4.44	3.22	4.25	1.89

Medias dentro de cada columna con diferente letra difieren estadísticamente según DMS_{0.05}.

Cuadro 8. Efecto de la competencia de maleza sobre la formación de clorofila "total" en hojas fotosintéticas de agave (*Agave tequilana* Weber var. azul).

Tratam.	Clorofila "total" (µg/g tejido fresco)						
	2004						
	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.
TL	12.62 a	11.68 a	14.45 a	13.59 a	12.78 a	12.23 a	12.99 a
30 DL	4.79 de	12.90 a	12.39 a	15.22 a	14.93 a	12.46 a	12.17 a
60 DL	4.39 e	14.36 a	16.85 a	14.32 a	13.62 a	14.02 a	11.20 a
90 DL	6.18 cde	12.43 a	11.31 a	12.24 a	15.48 a	14.32 a	13.70 a
120 DL	8.15 bcd	12.41 a	13.95 a	13.22 a	16.05 a	14.04 a	13.78 a
TE	6.20 cde	12.81 a	11.55 a	12.09 a	13.15 a	11.88 a	13.11 a
30 DE	9.74 ab	12.42 a	12.66 a	13.60 a	11.21 a	12.17 a	10.45 a
60 DE	10.38 ab	13.67 a	14.30 a	16.37 a	13.11 a	13.69 a	12.96 a
90 DE	8.54 bc	12.17 a	11.53 a	12.63 a	14.30 a	15.58 a	10.97 a
120 DE	10.37 ab	14.59 a	12.59 a	15.08 a	13.69 a	12.44 a	14.70 a
C.V. %	19.11	17.34	11.33	16.24	13.95	11.09	21.49
DMS _{0.05}	3.46	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Medias dentro de cada columna con diferente letra difieren estadísticamente según DMS_{0.05}.

Clorofila "a y b". El efecto de la competencia de maleza en la concentración de clorofila "a" y "b" en hojas de agave únicamente se reflejó con mayor claridad en el tratamiento bajo competencia de maleza todo el ciclo (TE), (Cuadros 9, 10, 11 y 12). La clorofila "a" se redujo durante la época seca de invierno de 2003 y primavera de 2004 (noviembre a mayo), ya que el tratamiento sin competencia de maleza todo el ciclo (TL), fue superior ($P=0.05$) al tratamiento bajo competencia de maleza todo el ciclo (TE), con valores superiores al 40%, en la concentración de este tipo pigmento (Cuadros 9 y 10). La concentración de clorofila "b" en tejido fotosintético de agave solamente se redujo en los meses de febrero, marzo y mayo de 2004 ya que el tratamiento sin competencia de maleza todo el ciclo (TL), fue superior ($P=0.05$) al tratamiento bajo competencia de maleza todo el ciclo (TE), con valores superiores al 45%, en la concentración de este pigmento (Cuadros 11 y 12). Al igual que para los azúcares, el efecto competitivo de la maleza durante la época de mayor presencia y presión de la maleza no afectó la concentración de clorofila "a y b".

Cuadro 9. Efecto de la competencia de maleza sobre la formación de clorofila "a" en hojas fotosintéticas de agave (*Agave tequilana* Weber var. azul).

Tratam.	Clorofila "a" ($\mu\text{g/g}$ tejido fresco)					
	2003		2004			
	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.
TL	12.53 a	13.41 a	13.79 a	9.04 a	7.93 ab	7.40 ab
30 DL	3.81 a	7.37 b	4.88 d	4.49 d	4.23 c	3.72 e
60 DL	5.02 a	8.20 b	6.39 bcd	5.34 cd	3.95 c	3.79 e
90 DL	7.61 a	7.41 b	6.38 bcd	6.37 bc	4.76 c	4.15 de
120 DL	1.80 a	8.25 b	8.68 b	8.82 a	6.74 b	5.47 cd
TE	1.34 a	8.35 b	5.58 cd	4.48 d	4.23 c	6.13 bc
30 DE	5.37 a	8.90 b	8.70 b	8.49 a	7.61 ab	7.59 a
60 DE	4.46 a	6.95 b	14.08 a	9.11 a	8.85 a	7.08 ab
90 DE	4.25 a	7.12 b	7.22 bcd	7.53 ab	6.45 b	5.42 cd
120 DE	3.57 a	9.02 b	7.93 bc	8.60 a	7.04 b	6.73 abc
C.V. %	64.20	11.46	13.51	11.39	12.03	10.73
DMS _{0.05}	NS	2.17	2.52	1.83	1.66	1.37

Medias dentro de cada columna con diferente letra difieren estadísticamente según DMS_{0.05}.

Cuadro 10. Efecto de la competencia de maleza sobre la formación de clorofila "a" en hojas fotosintéticas de agave (*Agave tequilana* Weber var. azul).

Clorofila "a" (µg/g tejido fresco)							
Traamt.	2004						
	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.
TL	8.30 a	8.00 a	9.28 ab	8.82 a	8.28 a	8.17 a	8.40 a
30 DL	3.12 d	8.92 a	8.21 b	9.00 a	9.20 a	8.35 a	8.19 a
60 DL	2.90 d	9.35 a	10.10 a	8.90 a	8.76 a	9.05 a	7.57 a
90 DL	4.18 cd	8.47 a	7.66 b	8.04 a	9.42 a	9.44 a	8.93 a
120 DL	5.53 bc	8.21 a	8.95 b	8.52 a	9.59 a	9.24 a	9.08 a
TE	3.98 cd	8.33 a	7.67 b	8.08 a	8.72 a	7.91 a	8.45 a
30 DE	6.66 ab	7.92 a	8.29 b	8.10 a	7.58 a	8.33 a	7.07 a
60 DE	6.99 ab	9.04 a	9.08 b	9.97 a	8.55 a	8.85 a	8.54 a
90 DE	5.65 bc	7.88 a	7.54 b	8.27 a	9.23 a	10.14 a	7.25 a
120 DE	6.97 ab	9.58 a	8.31 b	9.34 a	8.84 a	8.30 a	8.90 a
C.V. %	19.64	14.02	9.85	11.21	8.75	9.17	15.84
DMS _{0.05} .	2.38	NS	1.89	NS	NS	NS	NS

Medias dentro de cada columna con diferente letra difieren estadísticamente según DMS_{0.05}.

Cuadro 11. Efecto de la competencia de maleza sobre la formación de clorofila "b" en hojas fotosintéticas de agave (*Agave tequilana* Weber var. azul).

Clorofila "b" (µg/g tejido fresco)							
Tratam.	2003		2004				
	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.
TL	5.37 a	5.20 a	4.54 a	4.91 a	4.05 ab	3.35 ab	4.36 a
30 DL	4.38 a	4.13 a	2.63 a	2.11 d	2.25 c	1.81 c	1.22 e
60 DL	6.26 a	4.22 a	3.05 a	3.04 cd	2.13 c	2.01 c	1.50 de
90 DL	4.00 a	3.47 a	3.11 a	3.29 bcd	2.52 c	2.07 c	2.02 cde
120 DL	7.75 a	4.30 a	4.63 a	4.50 abc	3.37 bc	2.59 bc	2.65 bcd
TE	6.41 a	4.49 a	3.15 a	2.36 d	2.08 c	3.83 a	2.24 cde
30 DE	6.15 a	4.59 a	4.79 a	4.72 ab	3.54 bc	4.02 a	3.11 bc
60 DE	4.24 a	3.35 a	4.09 a	5.20 a	5.39 a	3.62 a	3.42 ab
90 DE	4.67 a	3.47 a	3.23 a	3.35 bcd	3.12 bc	2.44 c	2.91 bc
120 DE	5.36 a	5.70 a	4.07 a	5.22 a	3.32 bc	3.61 a	3.43 ab
C.V. %	35.14	19.89	25.15	17.01	20.90	13.72	19.31
DMS _{0.05} .	NS	NS	NS	1.47	1.48	0.90	1.15

Medias dentro de cada columna con diferente letra difieren estadísticamente según DMS_{0.05}.

Cuadro 12. Efecto de la competencia de maleza sobre la formación de clorofila "b" en hojas fotosintéticas de agave (*Agave tequilana* Weber var. azul).

Tratam.	Clorofila "b" ($\mu\text{g/g}$ tejido fresco)					
	2004					
	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.
TL	3.71 a	5.20 a	4.81 a	4.55 a	4.10 a	4.62 a
30 DL	4.02 a	4.21 a	6.26 a	5.78 a	4.15 a	4.02 a
60 DL	5.05 a	5.90 a	5.46 a	4.90 a	5.02 a	3.66 a
90 DL	3.10 a	3.69 a	4.23 a	6.10 a	4.92 a	4.81 a
120 DL	4.23 a	5.04 a	4.75 a	6.51 a	4.84 a	4.74 a
TE	4.52 a	3.92 a	4.05 a	4.46 a	4.00 a	4.70 a
30 DE	4.54 a	4.41 a	4.64 a	3.66 a	3.88 a	3.41 a
60 DE	4.67 a	5.26 a	6.45 a	4.59 a	4.87 a	4.46 a
90 DE	4.33 a	4.02 a	4.40 a	5.11 a	5.48 a	3.75 a
120 DE	5.05 a	4.31 a	5.79 a	4.88 a	4.18 a	5.84 a
C.V. %	24.23	14.54	26.46	23.86	16.82	32.73
DMS _{0.05} .	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Medias dentro de cada columna con diferente letra difieren estadísticamente según DMS_{0.05}.

V.- DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos demostraron que la presencia de maleza afecta negativamente el crecimiento y respuesta fisiológica del agave. La capacidad competitiva de la maleza sobre las plantas de agave afecto negativamente el número de hojas formadas y el peso fresco de biomasa acumulada. El efecto sobre el número de hojas formadas, biomasa fresca acumulada y peso de la piña, fue notorio hasta después de los primeros 30 días posteriores a la emergencia de la maleza y se alargó hasta los aproximadamente 70 días. Esto fue debido a que después de los primeros 30 días posteriores a la emergencia de la maleza, la altura de la misma supero a las plantas de agave y de esta forma limitó la captura de luz de parte de las plantas de agave lo que pudo haber causado una reducción en la tasa fotosintética ya que en este tipo especies y al igual que otras similares que poseen el metabolismo MAC, la luz es un factor ambiental limitante para la fotosíntesis (Gibson y Nobel, 1986; Nobel y Pimienta, 1995). Además, esta ampliamente documentado que la falta de luz afecta muchas facetas del crecimiento como la distribución del peso seco, biomasa, altura, y las adaptaciones fisiológicas y morfológicas de las plantas (Massinga *et al.*, 2003; Holt, 1995).

En la época de mayor presencia y presión de la maleza (junio a octubre) no se afectó la concentración de azúcares solubles y de clorofila. Sin embargo, no obstante que en algunos meses posteriores a la presencia de maleza el tratamiento sin competencia de maleza (TL), superó al tratamiento bajo competencia de maleza (TE), en la concentración de azúcares y clorofila, la diferencia en la concentración pudo haber sido el resultado de la respuesta de las plantas de agave a otros estreses causados por los cambios ambientales, como la temperatura y el contenido de agua en el suelo como se ha reportado

para otras especies bajo competencia de maleza (Tworkoski, 1992; Wilson *et al.*, 2001).

Los resultados obtenidos en este trabajo si bien demuestran el efecto de la maleza sobre el cultivo de agave, también ponen de manifiesto que el control estricto de la maleza a través de herbicidas preemergentes es una práctica que deberá de ser analizada como una herramienta única ya que la presencia de esta durante los primeros 30 días no afecta negativamente el crecimiento y fisiología de la planta de agave. El uso de herbicidas preemergentes para el control de la maleza predispone un riesgo ambiental innecesario en particular, el problema de la erosión del suelo al quedar este completamente desnudo, y debido a que en el mes de junio se presentan altas cantidades de precipitación pluvial, se induce un alto riesgo de pérdida del mismo.

Por lo anterior, es necesario en un futuro inmediato explorar nuevas alternativas para el manejo de la maleza en el cultivo de agave que garanticen la protección de los recursos naturales como el suelo, su composición y actividad biológica.

VI.- CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones ambientales que prevalecieron y del manejo del presente estudio se concluye:

- La competencia por maleza no afecta el crecimiento y respuesta fisiológica de plantas de agave durante los primeros 30 días posteriores a la germinación de la maleza.
- El periodo crítico de competencia en la relación maleza-agave se identificó entre los primeros 30 a 70 días posteriores a la emergencia de la maleza.
- Durante el periodo crítico de competencia la maleza puede causar daños al agave superiores al 40 %, en la formación de hojas, acumulación de biomasa y peso de la piña.
- Se recomienda buscar alternativas de manejo y control de la maleza diferentes al control con herbicidas preemergentes como una alternativa para el manejo sustentable del agroecosistema de agave.

VII.- LITERATURA CITADA

Ahrens, W. H. 1994. Herbicide handbook. 7th ed. Champaign, IL: Weed Science Society of America. 352 p.

Berti, A. C. Duran., M. Sattin, G. Zanin, and P. Westra. 1996. A new approach to determine when to control. *Weed Science*. 44:496-503

Bruinsma, J. 1961. A comment on the spectrophotometric determination of chlorophyll. *Biochem. Biophys. Acta* 52: 579-582.

Carnal, W.C., and C. Black. 1989. Soluble sugars as the carbohydrates reserve for CAM in pineapple leaves. *Plant physiology*. 90:91-100

Castelfranco, P. 1977. Laboratory Notes Advanced Course of plant physiology. Botany Department. University of California, Davis.

Cralle, H. T., T. B. Fojtasek., K. H. Carson., J. M. Chandler., T. D. Miller., S. A. Senseman., R. W. Bovey., and M. J. Stone. 2003. Wheat and Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) competition as affected by phosphorus nutrition. *Weed Science*. 51:425-429.

Deines, S. R., J. A. Dille., and E. L. Blinka. 2004. Common sunflower (*Helianthus annuus*) and shattercane (*Sorghum bicolor*) interference in corn. *Weed Science*. 52:976-983.

Dubois, M., K. A. Guillies, J. K. Hamilton, P. A. Rebers. and F. Smith. 1956. Colorimetric Method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*. 28:350-356.

Evans, S. P., S. Z. Knezevic., J. L. Lindquist., C. A. Shapiro., and E. E. Blankenship. 2003. Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. *Weed Science*. 51:408-417.

Gibson, A. C. and P. S. Nobel. 1986. *The cactus primer*. Harvar University Press. Cambridge.

Halford, C., A. S. Hamill., J. Zhang. and C. Doucet. 2001. Critical period of weed control in non-till soybean and corn (*Zea mays*). *Weed Technology*. 15:737-744.

Hall, M. C. J. Swanton. and G. W. Anderson. 1992. The critical period of weed control in corn (*Zea mays*). *Weed Science*. 40: 441-447.

Holt, J. S. 1995. Plant responses to light: a potential tool for weed management. *Weed Science*. 43:474-482.

Knezevic, S. Z., S. P. Evans., E. E. Blankenship., R. C. Van Acker., and J. Lindquist. 2002. Critical period for weed control: the concept and data analysis. *Weed Science*. 50:773-786.

Martin, S. G., R. C. Van Acker., and L. F. Friesen. 2001. Critical period of weed control in spring canola. *Weed Science*. 49:326-333.

Massinga, R. A., R. S. Currie., and T. P. Trooien. 2003. Water use and light interception under Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) and corn competition. *Weed Science*. 51:523-531.

Moorman, T. B. and C. C. Dowler. 1991. Herbicide and rotation effects on soil and rhizosphere microorganisms and crop yield. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 35:311-325

Morales-Payan, J. P., W. M. Stal., D. G. Shilling., R. Charudattan., J. A. Dusky., and T. A. Bewick. 2003. Above- and belowground interference of purple and yellow nutsedge (*Cyperus* spp.) with tomato. *Weed Science*. 51:181-185.

Murphy, S. D., Yakuba., S. E. Weise., and C. J. Swanton. 1996. Effect of planting patterns on intrarow cultivation and competition between corn and late emerging weed. *Weed Science*. 44:865-870.

Nobel, P. S. and Pimienta-Barrios. E. 1995. Monthly stem elongation for *Stenocereus queretaroensis*: Relationships to environmental conditions, net CO₂ uptake, and seasonal variations in sugar content. *Environmental Experimental Botany*. 35:17-42.

Norsworthy, J. K. and M.J. Oliveira. 2004. Comparison of the critical period for weed control in wide- and narrow-row corn. *Weed Science*. 52:802-807.

Pimienta, B. En. 1999. Distribución y taxonomía de maleza en agave (*Agave tequilana* Weber. var. azul) en Jalisco. Informe anual de investigación. Centro de Investigaciones en Parasitología Vegetal. Depto. de Producción Agrícola. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. U. de G.

Radosevich, S., J. Holt., and C. Ghersa. 1977. *Weed Ecology: Implications for management*. 2nd ed. New York: J. Wiley. pp 260-266.

Rodríguez, Del Á. J. M. 1991. Métodos de Investigación Pecuaria. Editorial. Trillas, México Pag. 38-40.

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

Somogyi, M. 1952. Notes of sugar determination. Journal of Biological Chemistry. 195:19-23.

Swanton, C. J., and S. F. Weise. 1991. Integrated weed management: the rationale and approach. Weed Technology. 5:648-656.

Teasdale, J. 1995. Influence of narrow row/high population corn on weed control and light transmittance. Weed Technology. 9:113-118.

Teasdale, J. 1998. Influence of corn (*Zea mays*) population and row spacing on corn and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). Yield. Weed Sci. 46:447-453

Tingle, C. H., G. L. Steele. and J. M. Chandler. 2003. Competition and control of smellmelon (*Cucumis melo* var. *dudaim* Naud.) in cotton. Weed Science. 51:586-591.

Torres, E. R. 1984. Manual de conservación de suelos agrícolas. Editorial Diana, México, D.F., 180 p.

Tworowski, T. 1992. Developmental and environmental effects on asimilate partitioning in Canada thistle (*Cirsium arvense*). Weed Science. 40:79-85)

Van Acker, R. C., S. F. Weise., and C. J. Swanton. 1993. The critical period of weed control y soybean (*Glycine max* (L) Merr.). Weed Science. 41:194-200.

Van, E. L. L., R. E. Hoagland., R. E. Zablotowicz., and H. J. Christopher. 2003. Pesticide metabolism in plants and microorganisms. *Weed Science*. 51:472-495.

Westgate, M. E., F. Forcella., D. C. Reicosky., and J. Somsen. 1997. Rapid canopy closure of maize production in the northern US corn belt: radiation-use efficiency and grain yield.

Williams, M. M. II., Walsh., D. B. and R. A. Boydston. 2004. Integrating arthropod herbivory and reduced herbicide use for weed management. *Weed Science*. 52:1018-1025.

Wilson, R. G., S. D. Kachman., and A. R. Martin. 2001. Seasonal changes in glucose, fructose, and fructans in the roots of dandelion. *Weed Science*. 49:150-155.

Yenish, J. P., and Young. F. L. 2004. Winter wheat competition against jointed goatgrass (*Aegilops cylindrical*) as influenced by wheat plant height, seeding rate, and seed size. *Weed Science*. 52:996-1001.

Zimdahl, R. L. 1983. *Fundamentals of Weed Science*. San Diego, CA: Academic. pp 119-121.