

BIOLOGIA Y CONTROL QUIMICO DE LA MALEZA

Tithonia tubaeformis (Jacq.) Cass.

✿
POR

Wilma Fannette Ortiz Cortés

TESIS

PRESENTADA A LA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA
OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

MICROCIS: 4398
FECHA: 29/4/12
ENCARGADO: Zam

El Zamorano, Honduras
Abril, 1991

BIBLIOTECA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

BIOLOGIA Y CONTROL QUIMICO DE LA MALEZA

Tithonia tubaeformis (Jacq.) Cass.

Por:

Vilma Jannette Ortiz Cortés

La autora concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesario. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos de autor.



Vilma Jannette Ortiz Cortés

Abril de 1991

DEDICATORIA

A mis papás
Adela y Jose Ortiz
y mis
hermanos Reyna y José Luis.

BIBLIOTECA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

AGRADECIMIENTO

A la Agencia Internacional para el Desarrollo (USAID) por el financiamiento de mis estudios en la Escuela Agrícola Panamericana.

A Nolvia Ramos, todos los trabajadores de la sección de malezas, Camilo Valerio del laboratorio de semillas y al Ing. Perdomo por su valiosa colaboración.

A mis asesores y a todas aquellas personas que de una u otra forma me ayudaron a realizar esta investigación.

INDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
A. Descripción de <u>Tithonia tubaeformis</u> (Jacq.) Cass.....	3
B. Aspectos biológicos.....	4
C. Importancia del control de las malezas.....	5
D. Control químico.....	6
E. Herbicidas usados.....	7
1. 2,4-D amina (Hedonal amina).....	7
2. Bentazon (Basagran 480 L).....	9
3. Dicamba + 2,4-D amina (Banvel D).....	9
4. Dicamba + 2,4-D amina (Weed Master).....	10
5. Atrazina (Gesaprim 80WP).....	10
III. MATERIALES Y METODOS.....	13
A. Biología.....	13
1. Determinación de las características del ciclo vegetativo y la floración....	13
2. Germinación.....	15
a. Método usando inmersión en agua más remoción manual.....	16
b. Método usando ácido sulfúrico....	16
c. Método usando pre-enfriamiento más ácido giberélico.....	16
B. Control químico.....	17
C. Análisis estadístico.....	19
D. Análisis económico.....	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	21

A. Biología.....	21
1. Características del ciclo vegetativo y la floración.....	21
2. Respuesta de germinación.....	28
a. Método usando inmersión en agua más remoción manual.....	28
b. Método usando ácido sulfúrico.....	29
c. Método usando pre-enfriamiento más ácido giberélico.....	31
d. Comparación entre métodos de germinación.....	32
B. Control químico.....	33
1. Efectividad de los herbicidas.....	33
2. Rendimientos.....	35
C. Análisis económico.....	37
V. CONCLUSIONES.....	41
VI. RECOMENDACIONES.....	43
VII. RESUMEN.....	44
VIII. LITERATURA CITADA.....	46
IX. ANEXOS.....	49

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Herbicidas y dosis usadas en el control de <u>Tithonia tubaeformis</u> en maíz. El Zamorano, 1990.....	18
Cuadro 2. Inicio de floración, duración del ciclo vegetativo y la floración en plantas de <u>Tithonia tubaeformis</u> , sembradas en diferente fecha. El Zamorano, 1990-1991.....	21
Cuadro 3. Promedio de altura a la floración, total de flores producidas, número de ramas, flores por rama y promedio de semillas producidas por planta de <u>Tithonia tubaeformis</u> , sembradas en diferente fecha. El Zamorano, 1990-1991.....	23
Cuadro 4. Insectos que se encontraron durante el periodo vegetativo y floración en plantas de <u>Tithonia tubaeformis</u> . El Zamorano, 1990.....	28
Cuadro 5. Días necesarios para germinación y porcentaje de germinación en semillas de <u>Tithonia tubaeformis</u> , procedentes de tres sitios, a diferentes horas de inmersión en agua. El Zamorano, 1991....	29
Cuadro 6. Porcentaje de germinación en semillas de <u>Tithonia tubaeformis</u> , procedentes de tres sitios, expuestas a cinco periodos de tiempo en ácido sulfúrico. El Zamorano, 1991.....	31
Cuadro 7. Días necesarios para la germinación y porcentaje de germinación en semillas de <u>Tithonia tubaeformis</u> procedentes de tres sitios, usando ácido giberélico a una concentración de 50 ppm. El Zamorano, 1991.....	32
Cuadro 8. Evaluación de la efectividad en el control de <u>Tithonia tubaeformis</u> con cinco herbicidas y dos dosis. El Zamorano, 1990.....	35

Cuadro 9.	Rendimientos promedio en maíz, usando cinco herbicidas a dos dosis para el control de <u>Tithonia tubaeformis</u> . El Zamorano, 1990.....	36
Cuadro 10.	Promedios del número de plantas, número de mazorcas, mazorcas por planta, en las parcelas de maíz, tratadas con diferentes herbicidas y dosis en el control de <u>Tithonia tubaeformis</u> . El Zamorano, 1990.....	37
Cuadro 11.	Presupuesto parcial de los tratamientos químicos en el control de <u>Tithonia tubaeformis</u> en el cultivo de maíz. El Zamorano, 1990-1991.....	39
Cuadro 12.	Tratamientos químicos dominados y no dominados en el control de <u>Tithonia tubaeformis</u> . El Zamorano, 1991.....	40
Cuadro 13.	Tasa de retorno marginal de los herbicidas no dominados en el control de <u>Tithonia tubaeformis</u> , en el cultivo de maíz. El Zamorano, 1991.....	40

INDICE DE FIGURAS

	Página
Gráfico 1. Regresión lineal de la cantidad de semillas producidas (y) respecto a la cantidad de flores producidas (x), en plantas de <u>Tithonia tubaeformis</u> , sembradas en diferente fecha. El Zamorano, 1991.....	24
Gráfico 2. Regresión lineal de la cantidad de flores producidas (y) respecto a la duración del ciclo vegetativo (x), en plantas de <u>Tithonia tubaeformis</u> , sembradas en diferente fecha. El Zamorano, 1991.....	25
Gráfico 3. Regresión lineal de la cantidad de semillas (y) respecto a la duración del ciclo vegetativo (x), en plantas de <u>Tithonia tubaeformis</u> , sembradas en diferente fecha. El Zamorano, 1991.....	26

I. INTRODUCCION

La práctica de control de malezas es antigua. Durante muchos años la única solución era combatir las en forma manual, sin embargo el hombre aprendió a usar la fuerza mecanizada para manejarlas. Actualmente la energía química reemplaza parcialmente la energía mecánica en el control de las malezas.

La lucha contra las malezas sitúa al productor ante un problema extremadamente grave y complejo. Los sistemas clásicos de manejo como limpieza de semillas, labores culturales, rotaciones de cultivo y destrucción mecánica, no han sido suficientes para impedir la proliferación de un gran número de especies consideradas malezas, perjudicando así a la producción (Sceglia, 1980). Además el conocimiento incompleto de las plantas nocivas constituye una limitante para la creación de mejores métodos de control. Si se conociese tanto de las plantas nocivas como se sabe de los cultivos, sería posible establecer mejores métodos para manejarlas (National Academy of Sciences, 1986).

Esta investigación enfoca el estudio de algunas características biológicas y el control de Tithonia tubaeformis (Jacq.) Cass. utilizando herbicidas. Es una planta reportada como maleza en el cultivo de maíz en México, Guatemala y Bolivia, sin embargo en algunas provincias de Argentina se le cultiva como ornamental. Gracias a su

plasticidad y capacidad reproductiva se ha dispersado en forma alarmante y continua haciéndolo en otros lugares de Argentina (DeLoach et al., 1989).

Los objetivos se determinaron de acuerdo al área de estudio.

A. Biología de *Tithonia tubaeformis*

a. Determinar la duración del ciclo vegetativo, el inicio de floración, altura de la planta a floración, la duración del período de floración, el número de flores producidas, número de semillas producidas por planta y presencia de insectos en la maleza *Tithonia tubaeformis* (Jacq.) Cass.

b. Determinar si las semillas de esta maleza presentan latencia y evaluar varios métodos para inducir la germinación.

B. Evaluación del control químico

a. Determinar la efectividad de dos dosis de cinco herbicidas sobre el control de *T. tubaeformis* (Jacq.) Cass.

b. Determinar los rendimientos de cada herbicida y dosis, además obtener la tasa de retorno marginal para el mejor tratamiento.

II. REVISION DE LITERATURA

A. Descripción de Tithonia tubaeformis (Jacq.) Cass.

Tithonia tubaeformis pertenece a la familia Asteraceae, (Compositae) que contiene más de 13000 especies (Clewell, 1975). El género Tithonia comprende unas 10 especies originarias de México y Centro América. En Honduras crecen las especies T. tubaeformis (Jacq.) Cass, T. rotundifolia (Mill) Blake y T. longeradiata (Bertol.) Blake. La especie T. tubaeformis crece espontáneamente en los departamentos de Olancho, Francisco Morazán, El Paraíso y Choluteca (Clewell, 1975)

T. tubaeformis es una hierba anual de uno a dos metros de altura, tallo piloso; hojas deltoides hasta angostamente lanceoladas de 7-25 cm de largo, sub-enteras o poco aserradas, agudas o acuminadas, la base más o menos truncada, abruptamente atenuada y el peciolo marginado; pedúnculo a menudo largo-piloso cerca del capítulo; paleas largo-espinosas en el ápice; involucre 1.5-2.5 cm de altura, 2.5-4 cm de ancho, 2-3 seriados; filarios cerca de 16 lanceolados o pandurados, agudos, verdes, a menudo largo-pilosos en la base, punteados con resina, los exteriores más largos que los interiores; 10-15 lígulas de 2-3 cm de largo; corola de los flósculos 5-6 mm de largo, aquenios de 5-6 mm de largo

(Clewell, 1975).

B. Aspectos biológicos

los estudios biológicos de una maleza incluyen su taxonomía, fisiología, ecología, interacción con el agroecosistema, con otras plagas y su respuesta a las prácticas de control (De la Cruz, 1987).

El establecimiento de una maleza en el campo es una función de la magnitud del banco de semillas viables en el suelo y su predominancia es una función de la alta capacidad de reproducción y de la presencia de mecanismos eficientes para la adaptación y competencia de esa especie (Mercado, 1979 citado por Shenk, 1987).

Las malezas anuales completan su ciclo de vida en menos de un año. Normalmente se controlan con facilidad, sin embargo, la mayor parte de sus semillas presentan latencia y tienen rápido crecimiento, lo que causa que sean muy persistentes y que su control sea más caro que el de las perennes (Klingman y Ashton, 1980). Por ende, parte del manejo el control de las malezas anuales se basa en impedir que las plantas produzcan semillas, destruyendo su parte aérea, pues por lo común sus raíces son incapaces de rebrotar (Marzocca, 1976 y Shenk, 1987). Esto implica un manejo de los campos aún cuando no tienen cultivos, aunque en general es poco práctico (Shenk, 1987).

La mayoría de las semillas pueden entrar en estado de latencia, como resultado de la presencia de inhibidores producidos por ellas (Greulach, 1971). En la naturaleza los inhibidores de la germinación son lavados o destruidos en la semilla por alguna condición ambiental (Rojas y Rovalo, 1985). Artificialmente se puede romper la latencia sometiendo las semillas a bajas temperaturas por períodos prolongados o añadiendo giberelina. Se ha demostrado que las giberelinas interactúan con el fitocromo, rompiendo el letargo (Rojas y Rovalo, 1985).

Otro tipo de latencia seminal es aquella que se debe a una cubierta de la semilla impermeable al agua y oxígeno, tan dura y gruesa que el embrión es incapaz de romperla. En la naturaleza estas semillas pierden la latencia por desgaste gradual de la cubierta o por cambios alternos de temperatura (Greulach, 1971). Artificialmente puede romperse la cubierta usando ácidos fuertes o escarificando la testa de las semillas (Greulach, 1971).

C. Importancia del control de las malezas

Las pérdidas en los cultivos por las malezas en los países del tercer mundo, se ha estimado en 125 millones de toneladas métricas, cantidad suficiente para alimentar a 250 millones de personas durante un año. En el cultivo de maíz se estima una pérdida de 13% del potencial productivo (Kupferschmied, 1987).

Para un control de malezas adecuado y económico, es necesario conocer el período en que las malezas ejercen la mayor interferencia. Esto variará con las condiciones ambientales, la disponibilidad de los factores de crecimiento, el cultivo, su densidad, el vigor de las malezas, etc. Se ha establecido que el período crítico de competencia de las malezas y de los cultivos normalmente es en los primeros 45 días y en muchos casos, entre los 10 y 30 días. Se han reportado reducciones de 40% durante los primeros 45 días del cultivo y pérdidas del 20% cuando la competencia se presenta en los primeros 20-30 días (Locatelly y Doll, 1979).

En un estudio realizado con *T. rotundifolia* para demostrar que las malezas de porte alto hacen su mayor daño en los períodos medios y finales del cultivo, se comprobó que esta especie empieza a interferir más seriamente con el frijol a partir de los 35 días. En cambio las malezas de poco crecimiento hacen su mayor daño en los primeros días, ya que posteriormente vienen a ser eliminadas por las otras malezas o por el mismo cultivo (Gálvez y País, 1987).

D. Control químico

Durante muchos años el hombre luchó contra las malezas usando sus manos o estacas puntiagudas, fuerza animal y mecánica. También se usaron productos como la sal de mar para matar todas las plantas vivientes. Desde 1900 el hombre empezó a usar productos químicos para el control selectivo de

las malezas. El uso generalizado de herbicidas selectivos empezó a mediados de 1940, con el descubrimiento del 2,4-D [ácido 2,4-diclorofenóxi-acético]. A partir de esta fecha los herbicidas selectivos han aumentado en uso y grado de selectividad (Klingman y Ashton, 1980).

E. Herbicidas usados

1. 2,4-D (Hedonal amina)

2,4-D es el nombre común del ácido 2,4-diclorofenóxi-acético; conocido comercialmente como U-46, hedonal amina, 2,4-D amina, aerovencedor, atanor 4 y propil 4 (Klingman y Ashton, 1980 y Sceglio, 1980). Pertenece a la familia de los fenóxidos (Anderson, 1983). El ácido es un polvo blanco, poco soluble en agua y en solventes orgánicos, por ello para facilitar su aplicación, se le formula como ésteres, aminas y sales (Marzocca, 1976).

Tiene mayor toxicidad hacia plantas de hoja ancha que a gramíneas y es de bajo poder residual (Cárdenas y Doll, 1987). El 2,4-D es de acción hormonal, parece actuar como una auxina, pero acumula concentraciones de ácido indoleacético mucho más elevadas que la auxina natural, debido a que se degrada más lentamente.

El 2,4-D en forma de sales es absorbido fácilmente por las raíces de las plantas, se moviliza a través del xilema siguiendo el conducto de transpiración, movimiento del agua y

nutrientes del suelo. Es absorbido lentamente por las hojas, se mueve hacia el floema después de haber penetrado a través de la cutícula de la hoja; luego desciende a través del floema con los elementos fotosintéticos (Klingman y Ashton, 1980). Su acción se ejerce en lugares distantes al punto de aplicación, como en los meristemas donde provoca transformaciones (Marzocca, 1976).

Aún no se conoce el mecanismo de acción con precisión, pero el agotamiento respiratorio, la proliferación celular, la formación de materiales tóxicos y la activación del metabolismo de los fosfatos pueden contribuir a la acción letal (National Academy of Sciences, 1986). Sus efectos se manifiestan con una detención del crecimiento lateral, obscurecimiento y deformación de hojas, curvaturas del peciolo, encorvamiento del tallo, rajaduras en la corteza, aparición de raíces adventicias en los nudos inferiores del tallo y otras anomalías que pueden conducir a la muerte de las plantas tratadas (Marzocca, 1976).

El efecto más obvio de la toxicidad causada con 2,4-D es la torcedura y curvatura de las plantas de hoja ancha. El compuesto químico parece concentrarse en los tejidos jóvenes ya sea embrionarios o meristemáticos los cuales crecen rápidamente. Se presenta una omisión del desarrollo normal de los meristemas laterales derivados (Klingman y Ashton, 1980).

Los herbicidas hormonales casi siempre se aplican en postemergencia, su acción es lenta y depende del estado de

desarrollo en que se encuentre la planta en el momento de la aplicación (Klingman y Ashton, 1980).

El 2,4-D debe permanecer de 6-12 horas sobre una planta antes de una lluvia, para producir efectos adecuados. Este período depende de la formulación del herbicida, la dosis de aplicación y las condiciones ambientales. Por lo general en un suelo húmedo y caliente, pequeñas proporciones de 2,4-D serán descompuestas en 1 a 4 semanas. Bajo esas condiciones no existe peligro que el producto químico se acumule en el suelo de un año a otro.

2. Bentazon (Basagran 480L)

Bentazon es un herbicida de la familia benzotidiazoles. El nombre químico es 3-isopropil-2,1,3-benzotiadiazinona-(4)-2,2 dióxido, conocido comercialmente como basagran. La formulación es líquida. El herbicida tiene poca translocación (Scoglio, 1980).

Se utiliza principalmente en el control postemergente de malezas de hoja ancha y ciertas cyperáceas en frijol y arroz. Este herbicida inhibe el transporte fotosintético de electrones, induciendo cambios ultraestructurales en los cloroplastos (Lichtenthaler, 1979 citado por Valverde, 1987). Se descompone en el suelo y no deja residuos (Scoglio, 1980).

3. Dicamba + 2,4-D amina (Banvel D)

Banvel D es una combinación de los herbicidas dicamba y 2,4-D. Dicamba es el nombre común del ácido 2 methoxi-3,6-

dichlorobenzoico. Es un herbicida hormonal que pertenece a la familia de los benzoicos (Klingman y Ashton, 1980).

Se presenta en formulación líquida, es poco persistente en el suelo debido a lixiviación, descomposición biológica y química (Scoglio, 1980).

Este herbicida se acumula en los meristemas de la maleza, actúa como regulador del crecimiento y es absorbido por las raíces y hojas. Por exudación es transferido al xilema, además pueden ser exudado fuera de la planta dispersándose en la solución del suelo (Cardenas y Doll, 1987).

4. Dicamba + 2,4-D amina (Weed master)

Weed master es una combinación de 2,4-D amina y dicamba y su acción es hormonal. La mezcla esta en una proporción de 78% de 2,4-D amina y 22% de dicamba.

5. Atrazina (Gesaprim 80WP)

Atrazina es el nombre común de 2-cloro-4-etilamino-6-isopropilamino-s-triazina, conocido comercialmente como gesaprim 80WP, atranex, atanor y aatrex (Scoglio, 1980). Pertenece a la familia de las triazinas (Anderson, 1983). Es un herbicida selectivo utilizado en maíz, piña, centeno, sorgo y en caña de azúcar para controlar malezas de hoja ancha y algunas gramíneas anuales (Klingman y Ashton, 1980).

La atrazina es absorbida por raíces y hojas. Puede aplicarse en postemergencia, cuando las malezas estan todavía en plántula, en cualquier estado de desarrollo del maíz

(Detroux y Gostinchar, 1967).

Las triazinas inhiben el crecimiento de la planta, lo cual se considera como un efecto secundario causado por una falta de fotosíntesis. Al interrumpir el transporte de electrones daña la integridad de la membrana y destruye los cloroplastos, causando una clorosis, a la que sigue la muerte de la hoja. Sin embargo, a niveles sub-letales, el herbicida hace que aumente el verdor de la hoja (Klingman y Ashton, 1980).

La atrazina es más adsorbida por el suelo a medida que disminuye el pH, porque la concentración de iones hidrógeno se incrementa y algunos de los hidrógenos se asocian a la molécula de atrazina dándole carga positiva, por lo cual es atraída por el coloide en el que predominan las cargas negativas (CIAT, 1980). La persistencia en el suelo se debe a la estabilidad química, baja solubilidad en el agua y adsorción por los coloides del suelo (Detroux y Gostinchar, 1967).

El sitio específico de inhibición de este herbicida se localiza en la región Q-B-FQ, específicamente en la proteína B, en el fotosistema II (Pflister y Urabach, 1983 y Izawa, 1977 citados por Valverde, 1987.).

Esta proteína B es de peso molecular 32 KD "kilodalton" localizada en la membrana de los tilacoides. La proteína B es una quinona con libertad de difundirse en la membrana del tilacoide y de intercambiar los electrones con el agregado de

plastoquinonas. Esto causa que se deje un sitio vacío de acople en el centro de la reacción del fotosistema II, el que puede ser llenado en forma competitiva por una molécula de herbicida. Estando el herbicida adherido, el sitio de acople no está a disposición de la proteína B y el flujo normal de electrones después de la quinona Q no es posible. Lo normal sería tener una cadena Q-B-PQ, pero la presencia del herbicida en la cadena se presenta una sustitución Q-Herbicida-PQ. (Arntzen, 1983; Pfister y Urabach, 1983; Jursinic y Stemler, 1983 citados por Valverde 1987). La muerte ocurre por la liberación de radicales libres o falta de fotosintatos (Gressel, 1986).

En especies no susceptibles, los herbicidas son rápidamente degradados, mientras que en especies susceptibles, estos herbicidas son degradados muy lentamente. El grado de degradación parece ser la base de la selectividad. Dependiendo de la sustitución original, este proceso ocurre por hidroxilación, declorinación, demetoxilación o demetilolación (Klingman y Ashton, 1980)

III. MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, ubicada en el valle del río Yeguaré, al sureste de Tegucigalpa, Honduras. Tiene una temperatura promedio anual de 22° C, precipitación anual de 1100 mm y una elevación de 800 msnm. La época seca comprende los meses de noviembre a mayo.

La realización del ensayo se llevó a cabo de la siguiente manera:

A. Biología

1. Determinación de las características del ciclo vegetativo y la floración.

El experimento se realizó en la terraza No.2 del Departamento de Agronomía de la EAP, la terraza fue arada, rastreada y surcada previo a la siembra. El área experimental se dividió en seis sub-parcelas de nueve metros cuadrados cada una. En cada sub-parcela se hizo una siembra de diez plántulas de *T. tubaeformis* de 12 centímetros de altura, con un distanciamiento de siembra de un metro entre planta y 0.60 metros entre hilera. Se sembraron dos hileras con cinco plántulas por sub-parcela. Cada sub-parcela fue sembrada un mes aparte; las siembras se empezaron el 11 de junio y se terminaron el 11 de noviembre de 1990. Las sub-parcelas se

mantuvieron libres de malezas durante todo el experimento.

Cuando las plantas de *T. tubaeformis* llegaron a floración (al tener la primera flor desarrollada) se tomó la altura de la planta, la fecha de floración, duración del período de floración, número de flores por planta, cantidad de semillas producidas, total de ramas y total de flores por rama, desarrollada. La duración del ciclo vegetativo se determinó sumando los días después de sembrado hasta inicio de floración, más los 35 días de edad (edad estimada) que tenían las plantas al momento del transplante. El total de flores producidas por planta fue obtenido de las diez plantas.

De las diez plantas se seleccionaron las que presentaban el número de flores con mayor frecuencia dentro del grupo. De las seleccionadas anteriormente se tomaban aquellas dos plantas que su altura a floración se acercaba más al promedio y se contó el total de semillas producidas en esas dos plantas.

El número de ramas a la floración se obtuvo contando el número total de ramas, de tallo leñoso y tierno. Para el número de flores se determinó el total de flores por rama leñosa o tierna.

Durante el crecimiento vegetativo y la floración se hicieron revisiones cada semana, para recolectar aquellos insectos que visitaban las plantas. Estos fueron llevados al centro de diagnóstico del Departamento de Protección Vegetal de la E.A.P. para su identificación.

2. Germinación

Basado en el método que se utiliza con las semillas de la familia de las compuestas (Asteraceae) y lo propuesto por Greulach (1971) se evaluaron tres métodos para acelerar la germinación de *T. tubaeformis*.

Se tomaron semillas de *T. tubaeformis* cosechadas en enero de 1990, en tres sitios en el valle del Zamorano. Los tres sitios tienen un historial diferente del uso de atrazina y manejo del suelo. En el sitio de la aldea de Jicarito no se ha usado atrazina, en el sitio de las terrazas de Agronomía se han realizado aplicaciones de atrazina por 20 años y en el sitio de las terrazas de San Nicolás, se ha usado atrazina durante 15 años.

Para determinar la viabilidad de las semillas se efectuó la prueba de tetrazolium. Se dejaron 100 semillas de cada sitio en agua para facilitar la remoción de la cubierta. Se preparó la solución a una concentración de sales de tetrazolium de 50 ppm. Después de remover la cubierta de las semillas se sumergieron en la solución de tetrazolium. Las semillas que adquirieron color rojo eran semillas que estaban vivas. Se obtuvo un 90% de viabilidad en los tres sitios. Luego se iniciaron las pruebas con los siguientes métodos para romper la latencia.

a. Método usando inmersión en agua más remoción manual

Este tratamiento se realizó tres meses antes de los dos tratamientos posteriores. Se colocaron 300 semillas de cada localidad en un frasco con agua durante 90, 144, 196, 244, 316 y 364 horas. Al final de cada período a las semillas se les removi6 el ápice y se les aplic6 una gota de Busan 30A [2(tiociano metiltio) (benzotiazol)] por semilla para evitar la infectaci6n por hongos. Luego fueron colocadas en el germinador a 24° C en papel kinpak. Estas semillas recibieron un riego diario de agua durante todo el tiempo de exposici6n en el germinador.

b. Método usando ácido sulfúrico

Se tomaron cincuenta semillas de cada sitio, asignándose diez semillas por tratamiento. Las semillas se pusieron en ácido sulfúrico durante 15, 30, 60, 120 y 180 segundos. Después de esto se les lav6 con agua con la ayuda de un pasc6n. Se les coloc6 en platos petri y se les llev6 al germinador a 24° C hasta que germinasen. Las semillas fueron regadas diariamente con agua durante el tiempo que permanecieron en el germinador.

c. Método usando pre-enfriamiento más ácido giberélico

Se colocaron 20 semillas de cada sitio, en el enfriador durante diez días a 5° C. Luego se pusieron en platos petri y se colocaron en el germinador a 24° C hasta que las semillas

germinasen. Diariamente se les regó con la solución de ácido giberélico a una concentración de 50 ppm.

B. Control químico

Se usaron cinco herbicidas postemergentes selectivos al maíz para evaluar su efectividad sobre el control de T. tubaeformis (cuadro 1). Se efectuó el experimento en la terraza No. 13 del Departamento de Agronomía de la EAP. que fue arada y rastreada antes de la siembra. El suelo es franco arenoso, 60% arena, 26% limo, 14% arcilla, con un pH de 5.29 en agua y 2.79% de materia orgánica. Se sembró el híbrido H-27 la primera semana de junio, tres plantas por postura con un distanciamiento entre posturas de 30 cm y 90 cm entre hileras.

Se dividió el terreno en lotes de 3.80 m por 7.00 m, arreglados en un diseño de bloques completos al azar con cuatro réplicas por tratamiento.

Los herbicidas se aplicaron a los 16 días después de las siembra del maíz, cuando las plántulas de T. tubaeformis tenían cuatro hojas desarrolladas. Para las aplicaciones se usó una bomba de CO₂ calibrada a 250 L/ha, la aplicación se hizo usando un aguilón de cuatro boquillas de abanico plano 8002. En las parcelas donde se aplicó banvel D, weed master y hedonal amina fue necesaria una limpia manual con machete para eliminar gramíneas, especialmente S. halepense P. En las parcelas aplicadas con basagran 480L, también fue necesario, hacer una limpia manual para controlar S. halepense P. y

Amaranthus spinosus L. Donde se aplicó atrazina, fue necesaria una limpia manual para eliminar plantas de T. tubaeformis que no fueron controladas por el herbicida. En el testigo se hizo la eliminación de malezas 40 días después de la siembra del maíz.

Cuadro 1. Herbicidas y dosis usadas en el control de Tithonia tubaeformis en maíz. El Zamorano, 1990.

Nombre común	Nombre comercial	Dosis kg i.a/ha
Atrazina	Gesaprim 80WP	1.25
Atrazina	Gesaprim 80WP	1.75
Bentazon	Basagran 480L	1.00
Bentazon	Basagran 480L	1.75
Dicamba + 2,4-D	Banvel D	0.19 + 0.56*
Dicamba + 2,4-D	Banvel D	0.25 + 0.75*
Dicamba + 2,4-D	Weed master	0.16 + 0.59*
Dicamba + 2,4-D	Weed master	0.22 + 0.78*
2,4-D amina	Hedonal amina	0.75
2,4-D amina	Hedonal amina	1.00

* Proporción de cada herbicida (Dicamba y 2,4-D amina)

A la cosecha se determinaron los rendimientos, el número de plantas por parcela y mazórcas cosechadas en cada parcela en los dos surcos centrales. Se eliminaron los bordes, por lo que el área útil cosechada fue de 12.6 m².

Para determinar el control de malezas, se realizó un muestreo visual, dos y cuatro semanas después de las aplicaciones (SDA). Se evaluaron los dos surcos centrales,

dando un porcentaje de control en base al testigo de cada bloque. Tomándose para ello, la cantidad de malezas en 1,60 m² por cada bloque.

C. Análisis estadístico

Para la evaluación de los datos obtenidos en el estudio de la biología de la planta y analizar el efecto de la fecha de siembra, se hizo una separación de medias usando la prueba de amplitud múltiple de Duncan.

Para la evaluación del control de T. tubaeformis se hizo un andeva dos y una separación de medias usándose la prueba de amplitud múltiple de Duncan del programa MSTAT. Este análisis se efectuó en el número de plantas, número de mazorcas, rendimientos en granos y promedio de mazorca por planta.

Para el porcentaje de control de T. tubaeformis después de las aplicaciones, se hizo una prueba de amplitud múltiple de Duncan para las medias.

D. Análisis económico

Para analizar los costos y beneficios netos de los cinco herbicidas y dosis usadas, se realizó un presupuesto parcial, y se determinaron las tasas de retorno marginal para aquellos tratamientos no dominados siguiendo la metodología del CIMMYT (1988). Consistió en ordenar los tratamientos de menores a mayores costos totales que varían. Un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un

tratamiento anterior, con costos que varían más bajos. Con los tratamientos no dominados se calculó la tasa de retorno marginal, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{TRM \%} = \frac{\text{Incremento en beneficios netos}}{\text{Incremento en costos que varían}} * 100$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A. Biología

1. Características del ciclo vegetativo y la floración

Las plantas sembradas más temprano, iniciaron su floración más temprano. Todas las plantas sembradas entre junio y noviembre florecieron entre noviembre y enero (cuadro 2), esto indica que la floración esta condicionada por el fotoperíodo y al llegar los primeros días cortos las yemas florales comienzan a diferenciarse inmediatamente.

Cuadro 2. Inicio de la floración, duración del ciclo vegetativo y la floración en plantas de Tithonia tubaeformis, sembradas en diferentes fecha. El Zamorano, 1990-1991.

Mes de siembra	Duración del ciclo vegetativo	Inicio de floración	Duración de floración
	(Días)	(Fecha)	(Días)
Junio	205 a* ± 1.63 [^]	26-30 nov	26 bc* ± 2.2 [^]
Julio	180 b ± 0.48	2-3 dic	27 ab ± 2.3
Agosto	160 c ± 1.05	12-15 dic	28 a ± 2.3
Septiembre	135 d ± 1.05	18-21 dic	25 c ± 1.6
Octubre	110 e ± 1.05	23-26 dic	24 c ± 1.7
Noviembre	90 f ± 1.49	3-7 ene	20 d ± 1.3

* Medias con letra distinta presentan diferencias significativas ($P \leq 0.05$), según la prueba de amplitud múltiple de Duncan.

[^] Desviación estandard

La cantidad de flores producidas por planta fue diferente estadísticamente. Las plantas sembradas más temprano produjeron mayor número de flores (cuadro 3). Esto se atribuye a su mayor desarrollo vegetativo al momento de llegar el período de floración inducido por días cortos.

El número de ramas a la floración y flores por rama fue mayor en las plantas sembradas en junio. En las plantas sembradas en junio se obtuvo un promedio de 39 ramas por planta y ocho flores por rama (cuadro 3). Sin embargo las sembradas en noviembre solo tenían 13 ramas por planta y una flor por rama.

Las plantas sembradas en junio produjeron la mayor cantidad de semillas. De 294 flores tomadas de una planta sembrada en junio se obtuvieron 31193 semillas, en comparación a las plantas sembradas en noviembre donde 14 flores produjeron únicamente 576 semillas (cuadro 3).

La producción de flores de junio a julio se reduce pero la cantidad de semillas por flor se mantiene constante. A partir de agosto la cantidad de flores sigue decreciendo al igual que la cantidad de semillas por flor.

Cuadro 3. Promedio de altura a la floración, total de flores producidas, número de ramas, flores por rama y promedio de semillas producidas por planta de *Tithonia tubaeformis*, sembradas en diferente fecha. El Zamorano, 1990-1991.

Mes de siembra	Altura a la floración (mts)	Flores producidas por planta	Ramas por planta	Flores por rama	Semillas por planta	Semillas por flor
Junio	1.89 a** ± 0.22^	311 a** ± 32.6^	39 a**	8 a**	31193 a**	110
Julio	1.50 b ± 0.24	258 b ± 17.5	32 b	8 a b	28404 b	110
Agosto	1.30 c ± 0.14	169 c ± 18.8	28 bc	6 b	15410 c	91
Sept.	0.85 d ± 0.28	89 d ± 15.2	25 c	4 c	7138 d	80
Oct.	0.41 e ± 0.17	34 e ± 9.6	19 d	2 d	1590 e	47
Nov.	0.24 f ± 0.07	13 f ± 4.5	13 d	1 d	576 f	44

** Medias seguidas de letra distinta, presentan diferencias significativas (P ≤ 0.05), según la prueba de amplitud múltiple de Duncan.

^ Desviación estándar.

De acuerdo al análisis de regresión lineal la cantidad de flores y semillas producidas presentan una correlación de 0.985 (gráfico 1), lo que indica que la cantidad de semillas producidas esta en proporción directa a la cantidad de flores por planta. Esta relación se describe por la siguiente ecuación de regresión:

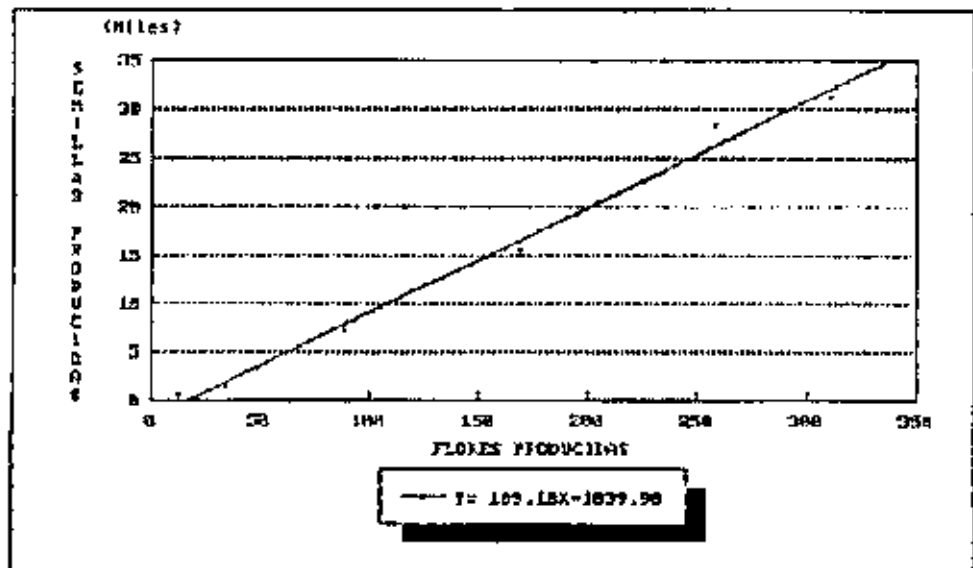
$y = ax + b$ donde y = Cantidad de semillas producidas,

x = Cantidad de flores producidas

a = Pendiente

b = Intercepto en y

Gráfico 1. Regresión lineal de la cantidad de semillas producidas (y) respecto a la cantidad de flores producidas (x), en plantas de Tithonia subaeformis, sembradas en diferente fecha. El Zamorano, 1991.



Para la cantidad de semillas y flores producidas respecto a la duración del ciclo vegetativo, existe un coeficiente de correlación de 0.97 y 0.987 respectivamente, lo que indica que existe una relación directa en la cantidad de días de crecimiento vegetativo y producción de semillas y flores por planta. A mayor número de días de crecimiento vegetativo la cantidad de flores y semillas producidas se incrementa.

La tendencia en la producción de flores y semillas se expresa en las ecuaciones de regresión lineal $y = ax + b$ (gráfico 2 y gráfico 3).

Gráfico 2. Regresión lineal de la cantidad de flores producidas (y) respecto a la duración del ciclo vegetativo (x), en plantas de Tithonia tubaeformis, sembradas en diferente fecha, El Zamorano, 1991.

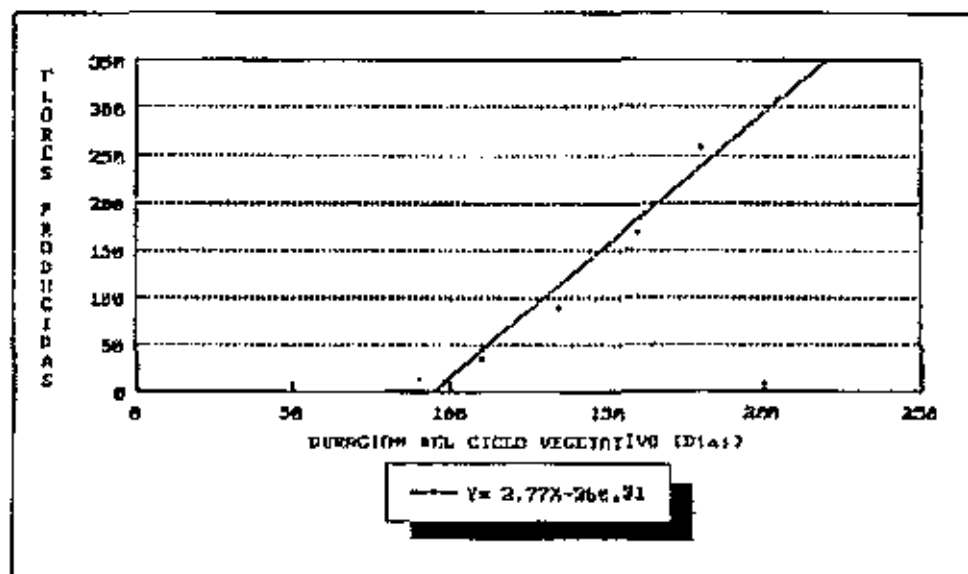
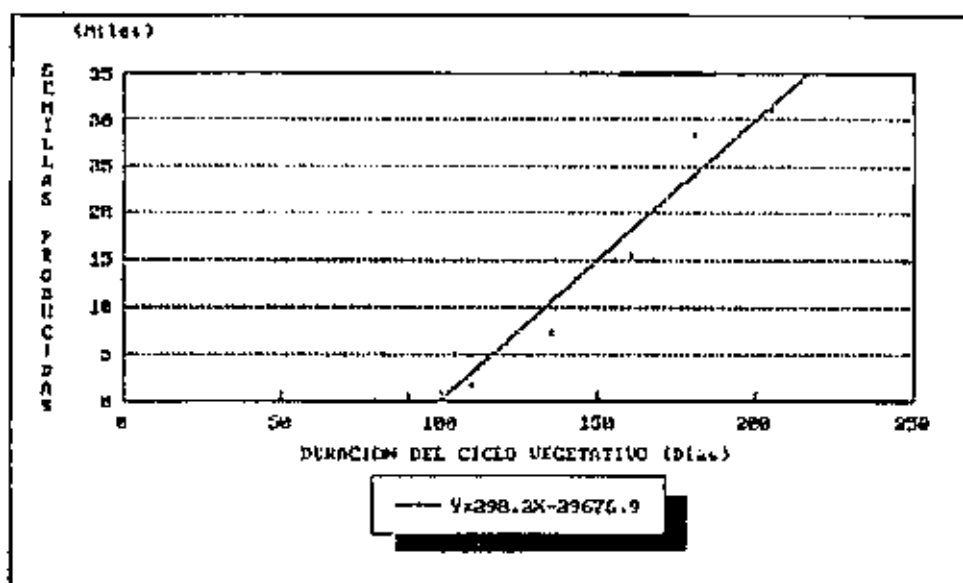


Gráfico 3. Regresión lineal de la cantidad de semillas (y) respecto a la duración del ciclo vegetativo (x), en plantas de Tithonia tubaeformis, sembradas en diferente fecha. El Zamorano, 1991.



Según National Academic of Sciences (1986), el estudio de la biología de las malezas, nos permitirá decidir el momento y el método de control más efectivo.

Estos datos indican que en un sistema de monocultivo de maíz sembrado en primera y dejado en el campo para su secamiento, permitiría a las plantas de esta maleza, que crecen con el maíz, llegar a producir gran cantidad de semillas, lo que aumentaría la cantidad de semillas en el suelo. Sin embargo, si se siembra maíz-frijol en relevo, se reduciría el total de semillas producidas. Esto se debe a que para sembrar el frijol hay que chapear las plantas de T. tubaeformis que han crecido con el maíz durante los meses de junio, julio y agosto, que son las plantas que mayor cantidad

de semillas producen, de tal forma que con esta eliminación estaríamos reduciendo en un 89% el total de semillas producidas por las plantas que se desarrollan entre junio y noviembre. Por lo tanto las plantas de *T. tubaeformis* que crezcan con el frijol no serán tan vigorosas ni producirán tantas semillas (11% del total) como las que crezcan con el maíz.

Sobre el método de control más efectivo podría utilizarse una limpia manual con machete, en este caso se estaría eliminando la población total, evitando así la producción de semillas en el campo que aumentaría el banco de semillas del suelo. De acuerdo a lo expuesto por Shenk (1987) las malezas deben eliminarse aunque no se tenga un cultivo.

Durante todo el período vegetativo y floración se hicieron revisiones periódicas para detectar insectos que ataquen esta maleza (cuadro 4). El picudo *Rhodobaenus* sp. se encontró durante ambos periodos atacando principalmente el peciolo y perforando el pedúnculo del botón floral. Este daño provoca la marchitez del botón floral y posiblemente pueda reducir la producción y viabilidad de las semillas. La cantidad presente de todos los insectos encontrados era muy reducida, uno a dos por planta, excepto para los áfidos que se presentaron en altas cantidades durante todo el período en el envés de las hojas.

Cuadro 4. Insectos encontrados durante el período vegetativo y floración en plantas de Tithonia tubaeformis. El Zamorano, 1990.

Nombre común	Nombre científico	Orden	Familia	Estado de desarrollo
Picudo	<u>Rhodoabaenus</u> sp.	Coleoptera	Curculionidae	Adulto
Salta hojas	<u>Polyglypta dispar</u>	Homoptera	Membracidae	Adulto
Vaquitas	<u>Zygogramma</u> sp.	Coleoptera	Chrysomelidae	Adulto
Afidos	<u>Aphis</u> sp.	Homoptera	Aphididae	Adulto

2. Respuesta de germinación

a. Método usando inmersión en agua más remoción manual

Las semillas de las terrazas de Agronomía, el Jicarito y San Nicolás tuvieron 61, 34 y 65% de germinación respectivamente, al mantenerlas por 90 horas en agua. Un aumento en el tiempo de inmersión, causó una reducción en la germinación (cuadro 5). Posiblemente la reducción en el porcentaje de germinación se deba a la muerte de las semillas por falta de oxígeno. El incremento en días para la germinación probablemente se debe al tiempo que la semilla toma en perder el exceso de agua en sus tejidos e iniciar su metabolismo normal.

La germinación de las semillas de los tres sitios no fue igual, las semillas de San Nicolás tuvieron la mayor germinación (65%), las de el Jicarito la menor (34%) y las de Agronomía intermedia (61%) a 90 horas de inmersión. Esto nos indica que estas tres poblaciones de malezas tienen diferente

grado de latencia.

Cuadro 5. Días necesarios para la germinación y porcentaje de germinación en semillas de Tithonia tubaeformis, procedentes de tres sitios, a diferentes horas de inmersión en agua. El Zamorano, 1991.

Horas de inmersión	Sitio	Días para germinación	Semillas		
			colocadas	Germi- nadas	%
90	Agronomía	7	44	27	61
	Jicarito		44	15	34
	San Nicolás		46	30	65
144	Agronomía	8	42	26	61
	Jicarito		44	15	34
	San Nicolás		42	26	62
196	Agronomía	13	45	11	24
	Jicarito		44	9	20
	San Nicolás		45	13	29
144	Agronomía	14	45	7	16
	Jicarito		44	9	20
	San Nicolás		45	11	24
316	Agronomía	14	45	6	13
	Jicarito		42	8	19
	San Nicolás		45	9	20
364	Agronomía	14	42	3	7
	Jicarito		45	8	18
	San Nicolás		42	8	19

b. Método usando ácido sulfúrico

Con las semillas procedentes de las terrazas de Agronomía no se tuvo germinación en ninguno de los cinco periodos de tiempo en ácido sulfúrico. Aparentemente se necesitaba mayor

tiempo de exposición en ácido sulfúrico para romper las cubiertas de las semillas o que la alta temperatura generada por el ácido dañó el embrión.

Con las semillas de las terrazas de San Nicolás se alcanzó un 40% de germinación al exponerlas a 30 segundos al ácido sulfúrico. Cuando se las dejó por 15 segundos la cantidad de semillas germinadas fue de 10% y al dejarlas por 180 segundos se redujo la germinación a cero (cuadro 6). El exponerlas a 180 segundos al ácido sulfúrico, posiblemente dañó el embrión. Pero sumergirlas por 15 segundos no le permitió al ácido romper las cubiertas para permitir la salida del embrión.

Con las semillas procedentes del sitio de Jicarito el máximo porcentaje de germinación se obtuvo dejándolas por 60 segundos en ácido sulfúrico. A medida que se tenían por más tiempo perdían viabilidad.

Cuadro 6. Porcentaje de germinación en semillas de Tithonia tubaeformis, procedentes de tres sitios, expuestas a cinco periodos de tiempo en ácido sulfúrico. El Zamorano, 1991.

Tiempo expuestas	Sitio	Semillas		
		colocadas	germinadas	%
15 segundos	Agronomía	10	0	0
	Jicarito	10	0	0
	San Nicolás	10	1	10
30 segundos	Agronomía	10	0	0
	Jicarito	10	0	0
	San Nicolás	10	4	40
60 segundos	Agronomía	10	0	0
	Jicarito	10	2	20
	San Nicolás	10	2	20
120 segundos	Agronomía	10	0	0
	Jicarito	10	1	10
	San Nicolás	10	2	20
180 segundos	Agronomía	10	0	0
	Jicarito	10	1	10
	San Nicolás	10	0	0

c. Método usando pre-enfriamiento y ácido giberélico

Se observó una diferencia entre los sitios en los días necesarios para germinación y el porcentaje de germinación (cuadro 7). Las semillas procedentes de San Nicolás necesitaron cuatro días para germinar y su porcentaje de germinación fue mayor que las de Jicarito y terraza de Agronomía. Esto indica que posiblemente la cantidad de inhibidores es menor y que con la adición de ácido giberélico, la cantidad de promotores de germinación puede superar más rápidamente a los inhibidores, por ende su latencia se pierde

en menor tiempo.

Al aumentar la cantidad de ácido giberélico en las semillas las cantidades de inhibidores se reduce, permitiendo la germinación. Según Rojas y Rovalo (1985), las giberelinas interactúan con el fitocromo rompiendo el letargo.

Cuadro 7. Días necesarios para la germinación y porcentaje de germinación en semillas de Tithonia tubaeformis, procedentes de tres sitios, usando ácido giberélico a una concentración de 50 ppm. El Zamorano, 1991.

Sitio	Días a la germinación	Semillas		
		colocadas	germinadas	%
Agronomía	5	20	7	35
Jicarito	5	20	13	65
San Nicolás	4	20	17	85

d. Comparación entre métodos de germinación

El mayor porcentaje de germinación se obtuvo usando pre-enfriamiento más ácido giberélico y la menor germinación al tratar las semillas con ácido sulfúrico. Esto indica que la latencia presentada por estas semillas es por falta de promotores de la germinación y la impermeabilidad de la cubierta.

Usando pre-enfriado más ácido giberélico se evaluaron los factores presencia de inhibidores y cubierta impermeable. Cuando se expusieron las semillas a 24° C en el germinador se

estaban efectuando cambios en la temperatura. Lo que es una condición para romper la latencia causada por una cubierta impermeable (Greulach, 1971). Por ende ambos factores negativos fueron eliminados con este tratamiento. Además cuando se usó inmersión en agua y remoción manual de la testa, se obtuvieron resultados de germinación intermedios.

Debe tomarse en cuenta que el primer método que consistió en inmersión en agua y remoción manual se realizó antes que los otros dos métodos. Probablemente el efecto del ácido se deba a que las semillas ya estaban perdiendo la latencia, si se hubiese hecho antes quizá no hubiese tenido el alto porcentaje de germinación.

B. Control químico

1. Efectividad de los herbicidas

Según los resultados obtenidos y el análisis estadístico en la evaluación de efectividad se presentó diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre herbicidas (cuadro 8). De acuerdo a la separación de medias, los herbicidas weed master banvel D, hedonal amina en ambas dosis respectivamente y basagran a 1.75 kg i.a/ha no presentaron diferencias significativas entre ellos y dieron los mejores porcentajes de control 4 SDA. Aunque el banvel D ejerció un excelente control 4 SDA causó fitotoxicidad al cultivo en ambas dosis.

Dos semanas después de la aplicación de acuerdo a la separación de medias, se tuvo un patrón de porcentaje de

control similar para la mayoría de los herbicidas en ambas dosis al presentado cuatro semanas después. Sin embargo la dosis de 1.25 kg i.a/ha de gesaprim 80WP presento una alta variación en el control sobre esta maleza 2 SDA y 4 SDA. Dos semanas después de la aplicación el control observado fue de 35%, sin embargo cuatro semanas después se tuvo un 60% de control, lo que indica que a una dosis baja, al hacer la primera evaluación el porcentaje de efectividad estaba dado en base de aquellas plantas que son afectadas por el herbicida inmediatamente, específicamente las de menor desarrollo vegetativo, el incremento 4 SDA posiblemente se deba a que el nuevo porcentaje incluía a un número mayor de plantas que por su mayor estado de desarrollo mostraron su efecto mas lentamente.

Según la separación de medias, gesaprim 80WP y basagran 480L presentan diferencias significativas entre dosis y herbicidas, las dosis más altas presentaron en cada herbicida un mejor control 4 SDA.

Las parcelas donde se aplicó weed master, banvel D y hedonal amina en ambas dosis no tuvieron control de gramíneas, especialmente en weed master donde se tenía la mayor cantidad de *S. halepense*. En las parcelas donde se aplicó basagran 480L no se tuvo control de *Amaranthus* sp. L. ni gramíneas, sin embargo se tuvo un 70% de control de *C. rotundus* L. en comparación con hedonal amina, banvel D y weed master donde se ejerció un mayor control de *C. rotundus* en ambas dosis.

Cuadro 8. Evaluación de la efectividad en el control de Tithonia tubaeformis, con cinco herbicidas y dos dosis. El Zamorano, 1990.

Nombre del producto	Dosis usada (kg i.a/ha)	Control (%)	
		2SDA	4SDA
Gesaprim 80 WP	1.25	35 c	60 c
Gesaprim 80 WP	1.75	79 b	83 b
Basagran 480L	1.00	85 b	86 b
Basagran 480L	1.75	95 a	95 a
Weed master (dicamba + 2,4-D)	0.16 + 0.59	99 a	99 a
Weed master (dicamba + 2,4-D)	0.22 + 0.78	100 a	100 a
Banvel D (dicamba + 2,4-D)	0.19 + 0.56	100 a	100 a
Banvel D (dicamba + 2,4-D)	0.25 + 0.75	100 a	100 a
Hedonal amina	0.75	97 a	97 a
Hedonal amina	1.00	99 a	99 a

Nota: La evaluación fue realizada dos y cuatro semanas después de la aplicación (2SDA),(4SDA).

** Medias con letra distinta presentan diferencias significativas ($P \leq 0.05$), según la prueba de amplitud múltiple de Duncan.

2. Rendimientos

De acuerdo al análisis estadístico hubo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos (cuadro 9). Sin embargo haciendo la separación de medias con los herbicidas weed master, hedonal amina y gesaprim 80WP no se tuvo diferencia entre las dosis baja y alta.

En las parcelas tratadas con basagran 480L y banvel D estadísticamente se tiene diferencia significativa entre las dosis aplicadas, con basagran 480L la dosis alta resultó tener mayores rendimientos. Sin embargo con banvel D ocurre lo

contrario, con la dosis alta los rendimientos fueron menores, como efecto directo de la mayor fitotoxicidad causada al cultivo.

Según los resultados del cuadro 9, el mayor rendimiento se obtuvo en las parcelas tratadas con hedonal amina a 1.00 kg i.a/ha.

El mayor número de plantas y mazorcas cosechadas por planta se obtuvieron en las parcelas tratadas con hedonal amina a 1.00 kg i.a/ha, en parte debido a su mayor efectividad de control sobre *T. tubaeformis* (cuadro 10).

Cuadro 9. Rendimientos promedio en maíz, usando cinco herbicidas a dos dosis para el control de *Tithonia tubaeformis*. El Zamorano, 1980.

Nombre comercial	Dosis (kg/ha)	Rendimientos (kg/ha)
Gasaprin 80WP	1.25	2949 bc ¹ ± 452.8 [*]
Gasaprin 80WP	1.75	3512 ab ± 435.7
Basagran 480L	1.00	2462 cd ± 494.2
Basagran 480L	1.75	3321 ab ± 424.3
Need aster (dicamba + 2,4-D)	0.16 ± 0.59	3867 bc ± 599.5
Need aster (dicamba + 2,4-D)	0.22 ± 0.78	3511 ab ± 582.6
Banvel D (dicamba + 2,4-D)	0.19 ± 0.56	3315 ab ± 427.9
Banvel D (dicamba + 2,4-D)	0.25 ± 0.75	2118 d ± 289.5
Hedonal amina	0.75	3213 ab ± 459.4
Hedonal amina	1.00	3896 a ± 459.5

** Medias con letra distinta presentan diferencias significativas ($P \leq 0.05$), según la prueba de amplitud múltiple de Duncan.

^{*} Desviación estandar

Cuadro 10. Promedios del número de plantas, número de mazorcas, mazorcas por planta, en las parcelas de maíz, tratadas con diferentes herbicidas y dosis en el control de Tithonia tubaeformis. El Zamorano, 1990.

Herbicidas	Dosis kg i.a/ha	Plantas cosechadas	Mazorcas	
			cosechadas	por planta
Nombre comercial				
1 Gesaprin 80KP	1.25	63 bcd**	48 bcd**	0.75 a
2 Gesaprin 80KP	1.75	68 abc	50 bcd	0.74 a
3 Bacagran 480L	1.00	50 e	37 e	0.74 a
4 Bacagran 480L	1.75	60 cde	45 de	0.75 a
5 Weed master (dicamba + 2,4-D)	0.16 ± 0.59	59 cde	47 abc	0.81 a
6 Weed master (dicamba + 2,4-D)	0.22 ± 0.78	73 ab	56 ab	0.77 a
7 Banvel D (dicamba + 2,4-D)	0.19 ± 0.56	59 cde	46 cd	0.80 a
8 Banvel D (dicamba + 2,4-D)	0.25 ± 0.75	54 de	41 de	0.78 a
9 Hedonal amina	0.75	72 ab	55 abc	0.78 a
10 Hedonal amina	1.00	74 a	63 a	0.86 a

** Medias con letra distinta presenta diferencias significativas ($P \leq 0.05$), según la prueba de amplitud múltiple de Duncan.

C. Análisis económico

De acuerdo al presupuesto parcial presentado en el cuadro 11 y al análisis de tratamientos dominados (cuadro 12), el hedonal amina en ambas dosis resultó ser el herbicida con los beneficios netos más altos y costos variables bajos. Agronómicamente se recomienda el hedonal amina a una dosis de 0.75 kg i.a/ha, por no presentar diferencia significativa en rendimientos entre ambas dosis. Sin embargo económicamente el pasar de la dosis de hedonal amina de 0.75 kg i.a/ha a 1.00 kg i.a/ha resultó tener una tasa de retorno marginal aceptable de 8500 (cuadro 13). Lo que indica que por cada dólar adicional

que se invierta en el combate con hedonal amina a 1.00 kg i.a/ha se va obtener ese dólar y 85 dólares adicionales. Económicamente de acuerdo a esta tasa de retorno, el hedonal amina a una dosis de 1.00 kg i.a/ha resulta ser el herbicida que mayor retorno marginal obtuvo.

CUADRO 11. Presupuesto parcial de los tratamientos químicos en el control de Tithonia tubasformis, en el cultivo de maíz.
El Zamorano, 1990-1991.

	Atrazina 1.25	Atrazina 1.75	Basagran 1.00	Basagran 1.75	Heed master 0.75	Heed master 1.00	Banvel D 0.75	Banvel D 1.00	2,4-D 0.75	2,4-D 1.00
PRODUCCION BRUTA (PB) Kg/ha	2949.59	3511.92	2464.43	3920.87	3067.99	3611.21	3314.96	2118.04	3212.7	3895.81
Beneficio total bruto (PB-1000)X0.14 \$/Kg	371.65	442.49	310.52	416.43	386.49	455.01	417.68	266.87	404.80	490.87
COSTOS DIFERENCIALES										
Costo del herbicida (\$)	9.17	12.86	35.08	61.39	25.95	34.60	24.68	32.89	3.65	4.87
BENEFICIOS NETOS (\$)	362.48	429.63	275.44	357.04	360.54	420.42	393.01	233.98	401.15	486.00

Nota: Todos los precios fueron en base al año 1990, con el cambio oficial según el Banco Central de Honduras de 5.70 lempiras por dolar (Anexo 1).

El precio de venta del maíz se estableció de acuerdo al precio de ese año en el mercado, que fue de \$0.14/kg.

Cuadro 12. Tratamientos químicos dominados y no dominados en el control de Tithonia tubaeformis. El Zamorano, 1991.

Herbicida	Dosis usada kg l.a/ha	Costos que varían (\$)	Beneficios Netos (\$)	
Hedonal azina	0.75	3.65	401.15	ND*
Hedonal azina	1.00	4.81	486.00	ND
Gesapria 80WP	1.25	9.11	362.48	D
Gesapria 80WP	1.75	12.86	429.63	D
Banvel B (dicamba + 2,4-D)	0.19 + 0.56	24.68	393.01	D
Weed master (dicamba + 2,4-D)	0.16 + 0.59	25.95	368.54	D
Banvel D (dicamba + 2,4-D)	0.25 + 0.75	32.89	333.98	D
Weed master (dicamba + 2,4-D)	0.22 + 0.76	34.60	420.42	D
Basagran 480L	1.00	35.08	275.44	D
Basagran 480L	1.75	61.39	357.04	D

*ND: Tratamientos no dominados

D: Tratamientos dominados

Cuadro 13. Tasa de retorno marginal de los herbicidas no dominados en el control de Tithonia tubaeformis en el cultivo de maíz. El Zamorano, 1991.

Tratamiento	Costos que varían	costos marginales	Beneficios netos	Beneficios marginales	TRM (%)
			(\$)		
Hedonal azina 0.75	4		401		
		1		85	2500
Hedonal azina 1.00	5		486		

Nota: Lpc 5.70/dólar

V. CONCLUSIONES

1. Las plantas de Tithonia tubaeformis (Jacq.) Cass. producen flores al llegar los días cortos. El estado de desarrollo determina la producción de flores, semillas e inicio de la floración. Al momento de la floración las plantas que han estado en el campo por más tiempo son más grandes y producen más semillas.
2. De acuerdo al análisis de regresión lineal entre el número de semillas producidas y la duración del ciclo vegetativo de T. tubaeformis se determinó una relación directa ($r=0.97$).
3. La causa de la dormancia de las semillas de T. tubaeformis parece ser causada por la impermeabilidad de sus cubiertas y presencia de inhibidores.
4. Noventa horas de inmersión y remoción de testa dio el más alto porcentaje de germinación. Sin embargo es un método que requiere más tiempo para realizarse y además tiene el problema de la contaminación de hongos al momento de remover las cubiertas.
5. Las semillas tratadas con pre-enfriado seguido de riegos diarios con ácido giberélico a una concentración de 50 ppm, tuvieron un alto porcentaje de germinación. Este es un método fácil de realizar y es el más promisorio para provocar la germinación en estas semillas.

6. La latencia de las semillas es diferente en los tres sitios donde se recolectaron las semillas. Las semillas procedentes de las terrazas de San Nicolás, tienen menos latencia que las semillas de las terrazas de Agronomía y la aldea de Jicarito. Posiblemente las semillas de San Nicolás hayan modificado sus características fisiológicas, como una forma para evitar su erradicación por efecto del daño que puede causar el manejo mecánico del suelo continuamente.

7. Aunque weed master y banvel D fueron los más efectivos en controlar *T. tubaeformis*, no llegaron a obtener los más altos rendimientos en granos posiblemente porque en el caso de weed master el control de gramíneas es nulo, y la competencia entre cultivo y malezas afectó los rendimientos. En cambio banvel D, la reducción en rendimientos fue causada por la fitotoxicidad al maíz que redujo el número de plantas.

8. Las dosis altas en los herbicidas fueron las que mejores rendimientos tuvieron a excepción de banvel D.

9. Hedonal amina a una dosis de 1.0 kg i.a/ha resultó ser económica y agrónomicamente el herbicida que mejor controló esta maleza obteniendo una mayor tasa de retorno.

VI. RECOMENDACIONES

En estudios futuros sobre esta maleza debe usarse para su germinación el tratamiento de ácido giberélico a 50 ppm.

Se deben evaluar los tres tratamientos a la vez, inmersión en agua más remoción manual, exposición de las semillas a cinco períodos de tiempo en ácido sulfúrico y enfriamiento, seguido de un regado diario con ácido giberélico.

La aplicación del herbicida hedonal amina a 1.00 kg i.a/ha como parte de un manejo de esta maleza, puede reemplazar las que han sido las aplicaciones constantes de atrazina por años.

VII. RESUMEN

Tithonia tubaeformis pertenece a la familia Asteraceae, crece en los departamentos de Francisco Morazán, Olancho, El Paraíso y Choluteca. Se considera una maleza problemática en los terrenos de la Escuela Agrícola Panamericana.

Los objetivos de la investigación fueron: (1) Determinar la fecha de floración, crecimiento y producción de flores y semillas de T. tubaeformis.; (2) Evaluar tres métodos para romper la latencia de las semillas y ; (3) Determinar la tasa de retorno para seleccionar el herbicida y dosis que económicamente resulte mas rentable y la efectividad de cinco herbicidas a dos dosis para el control químico de esta maleza.

Para el estudio de la biología, se transplantaron diez plántulas de T. tubaeformis cada mes, desde junio a noviembre. Se usaron semillas de tres sitios, evaluándose tres métodos para romper la latencia. El primero consistió en inmersión en agua durante 90, 144, 196, 244, 316 y 364 horas más la remoción manual del ápice de la testa. El segundo método evaluado fue la escarificación de la cubierta con ácido sulfúrico durante 15, 30, 60, 120 y 180 segundos. El tercer tratamiento consistió en enfriamiento a 5 °C durante diez días más aplicación de ácido giberélico a 50 ppm. El control químico consistió en la aplicación postemergente de gesaprim

a 1.25 y 1.75, basagran a 1.00 y 1.75, hedonal amina a 0.75 y 1.00, weed master (dicamba y 2,4-D amina) a 0.16 + 0.59 y 0.22 + 0.78 y banvel D (dicamba y 2,4-D amina) a 0.19 + 0.56 y 0.25 + 0.75 kg de i.a/ha.

Las plantas de *T. tubaeformis* florecieron entre noviembre y enero que corresponde a los días cortos del año. La altura a la floración desde junio a noviembre fue de 1.89, 1.50, 1.30, 0.85, 0.41 y 0.24 metros respectivamente. Su estado de desarrollo determinó la cantidad de flores, semillas e inicio de floración. Las cantidades de flores producidas por planta desde junio a noviembre fueron de 311, 258, 169, 89, 34 y 13 respectivamente; las cuales produjeron 31193, 28404, 15410, 7138, 1590 y 576 semillas por planta. Esta información indica que como parte de su manejo deben eliminarse las plantas del campo antes que estas lleguen a producir semillas.

El mejor tratamiento para romper la latencia fue el enfriamiento más ácido giberélico a 50 ppm.

Los herbicidas hormonales presentaron mejor control, Banvel D a ambas dosis produjo fitotoxicidad al cultivo de maíz. Basagran presentó un control intermedio, en cambio gesaprim fue el que menor control tuvo. Económicamente el hedonal amina a dosis de 1.00 kg i.a/ha tuvo la mejor tasa de retorno.

VIII. LITERATURA CITADA

- ANDERSON, W. P. 1983. Herbicide Plant Selectivity, Weed Science Principles. St. Paul, Minnesota, U.S.A. West Publishing Co. P601-603
- ARNTZEN, C. J. 1983. The mode of action of herbicides which affect photosynthetic electron transport. Abstracts. 1983 annual meeting. Weed sci. pp 78.
- CARDENAS, J. Y DOLL, J. 1987. Herbicidas hormonales. pp 155-172 EN: M. SHENK; A.FISHER y B.VALVERDE (eds.) Principios básicos sobre el manejo de malezas. MIPH-EAP, IPPC-OSU. Tegucigalpa.
- (CIAT) CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1979. Principios básicos sobre la selectividad de los herbicidas: Factores que condicionan la eficacia de los herbicidas. Cali, Colombia. Hemisferio. 3:16.
- (CIMMYT) CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO. 1986. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Mexico D.F. 110 pp
- CLEWELL, A. F. 1975. Las compuestas de Honduras. CEIBA. 19:(2) 232-233
- DE LA CRUZ, R. 1987. Importancia del estudio biológico de las malezas. pp 69-86. EN Seminario-Taller sobre ciencia de las malezas. (1986, 3-8 agosto, Guatemala). [Informe] Centro Agronómico y enseñanza (CATIE)/Proyecto regional de manejo integrado de plagas (MIP).
- DeLOACH, C; CORDO, H. A Y CROUZEL, I. S De. 1988. Control biológico de malezas. Euenos Aires, Argentina. Editorial el ateneo. pp 130.
- DETROUX, L. Y GOSTINCHAR, J. 1967. los herbicidas y su empleo. Barcelona, España. 476p.
- GALVEZ, J. Y PAIZ, R. 1987. Interferencia de las principales malezas con el cultivo de frijol en Bárcena, Villa Nueva, Guatemala. pp. 115-110. EN Seminario-Taller sobre ciencia de las malezas. (1986, 3-8 agosto, Guatemala). [Informe] Centro Agronómico y enseñanza (CATIE)/Proyecto regional de manejo integrado de plagas (MIP).

- GRESSEL, J. 1986. Modes and genetic of herbicide resistance in plants. pp 54-73. EN: NATIONAL ACADEMY PRESS. Pesticide resistance, strategies and tactics for management. Washington D.C. 453 p.
- GREULACH, V. A. 1971. Botánica simplificada. Trad. R. Delgado y Garnica. Mexico. Compañía general de ediciones, S.A. pp93.
- IZAWA, S. 1977. Inhibitors of electron transport. Encyclopedia of plant physiology new series 5:266-282.
- JURSINIC, P Y STEMLER, A. 1983. Changes in {14} atrazine binding associated with the oxidation-reduction state of the secondary quinone acceptor of photosystem II. Plant physiology 73: 703-708.
- KLINGMAN G. C. Y ASHTON, F. M. 1980. Estudio de las plantas nocivas, principios y prácticas. L. J. Noordhoff (ed.) México. Limusa. 439 p.
- KUPFERSCHMIED, B. 1987. Investigación y desarrollo de herbicidas. pp 199-207. EN Seminario-Taller sobre ciencia de las malezas. (1986, 3-8 agosto, Guatemala). [Informe] Centro Agronómico y enseñanza (CATIE/Proyecto regional de manejo integrado de plagas (MIP).
- LICHTENTHALER, H. K. 1979. Effect of biocides on the development of the photosynthetic apparatus of radish seedings grown under strong and weak light conditions. Zeitschrift fur naturfors-chung 34c(11):836-840.
- LOCATELLY, E. Y DOLL, J. 1979. Manejo y control de malezas en el tropico. Cali, Colombia. 114p.
- MARZOCCA, A. 1976. Manual de malezas. 3ed. Ed. actualizada y ampliada por O.J. Mársico; O. del Puerto. Buenos Aires, Argentina. Editorial hemisferio sur. 555 p.
- MERCADO, B. I. 1979. Introduction to weed science. SEARCA college, Laguna, Philippines.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1986. Control de las plagas de plantas y animales: Plantas nocivas y como combatirlas. 2V., 3a reimpresión. México. Limusa. 557 p.
- PFISTER, K Y URABACH W. 1983. Effects of biocides and growth regulators: physiological basis. Encyclopedia of plant physiology new series 12: 329-391.
- ROJAS, G. M. Y ROVALO, M. 1985. Fisiología vegetal aplicada. 3era. ed. McGraw-Hill. México. 302p.

- SCEGLIO, O. F. 1980. El libro del agro: Herbicidas. Buenos Aires, Argentina. Editorial hemisferio sur. 101 p.
- SHENK, M. 1987. La biología de las malezas. pp 9-19. EN: M. SHENK; A. FISHER Y B. VALVERDE (eds.) Principios básicos sobre el manejo de malezas. MIPH-EAP, IPPC-OSU. Tegucigalpa.
- VALVERDE, B. E. 1987. Modo de acción de los herbicidas. pp 83-109. EN: M. SHENK; A. FISHER Y B. VALVERDE (eds.) Principios básicos sobre el manejo de malezas. MIPH-EAP, IPPC-OSU. Tegucigalpa.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Costo en dólares de los herbicidas usados de acuerdo a la cantidad usada. El Zamorano, 1991.

Herbicidas	Dosis kg i.a/ha		Costo producto	
			(Unidad)	Usado
1. Atrazina 80wp	1.75	Kg	5.88	12.86
2. Atrazina 80wp	1.00	Kg	5.88	9.17
3. Basagran 480	1.00	L	16.84	35.08
4. Basagran 480	1.75	L	16.84	61.39
5. Banvel D	0.19+0.56	L	15.79	24.68
6. Banvel D	0.25+0.75	L	15.79	32.89
7. Weed master	0.16+0.59	L	15.92	25.85
8. Weed master	0.22+0.78	L	15.92	34.60
9. 2,4-D	0.75	L	3.51	3.65
10. 2,4-D	1.00	L	3.51	4.87

*Todos los precios fueron en base al año 1990, calculados en dólares al cambio de 5.70 L.