

CONTROL QUÍMICO Y BIOLÓGICO DEL LIRIO ACUÁTICO
***Eichhornia crassipes* (MART.) SOLMS EN EL RÍO**
MOLOLOA, NAY., MÉXICO

Adalberto Gómez Meléndez
Arturo Coronado Leza
Jerónimo Landeros Flores
Antonio Cárdenas Elizondo

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

RESUMEN

Se observó la presencia de insectos del género *Neochhetina* spp, atacando lirio acuático, se evaluó su fluctuación poblacional, con el fin de conocer su comportamiento para establecer estrategias de control de esta maleza acuática; se localizaron mayor número de insectos cuando las plantas de lirio acuático eran más grandes, y cuando el número de mordeduras en las hojas también era mayor. Los muestreos se realizaron de mayo de 1996 hasta abril de 1997. Además se desarrolló un trabajo experimental de combate químico sobre lirio acuático, con dos herbicidas y un testigo, encontrando que el herbicida 2,4-D, fue el que mejor actuó sobre las plantas de lirio acuático, el herbicida Glifosato no presentó el mismo control que el herbicida 2,4-D.

Palabras clave: *Eichhornia crassipes*, control biológico, control químico, maleza acuática, río Mololoa.

ABSTRACT

Chemical and Biological Control of Water Hyacinth *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms in the Mololoa river, Nay., Mexico. Insects of the genus *Neochhetina* spp. Were observed attacking water hyacinth (*Eichhornia crassipes*), fluctuation of population was evaluated in order to know their behavior and establish strategies for controlling this aquatic

weed. A bigger number of insects was found when the plants of water hyacinth were bigger and when the number of bites in the leaves was also the greatest. The sampling was performed from May 1996 to April 1997. An experimental work for chemical control on the water hyacinth with was carried out with two herbicides and a witness. It was found that the herbicide 2,4-D was the best for water hyacinth; herbicide Glifosato did not show the same control power than herbicide 2,4-D.

Key words: *Eichhornia crassipes*, biological control, chemical control, aquatic weed, Mololoa river.

INTRODUCCIÓN

El lirio acuático, también llamado jacinto de agua, flor de agua, laguner, huachinango, lechuguilla o pontederia, cuyo nombre científico es *Eichhornia crassipes*, es la maleza acuática que más problemas causa en el mundo. La presencia del lirio acuático, representa un grave problema, ya que afecta severamente a la mayor parte de los embalses del país; se calcula que la superficie infestada en México, es del orden de las 150,000 ha, de ellas más de 75,000 corresponden a los estados de Jalisco, Veracruz, Tabasco e Hidalgo, teniendo Jalisco el primer lugar, ya que el 85 % de sus embalses están severamente afectados (Arroyo, 1980). El crecimiento desmedido de la población de las plantas sucede por la alteración del ecosistema; son las diferentes actividades del hombre las que afectan dicho ecosistema. la sobreexplotación de los recursos, como la deforestación, ha

significado transformaciones enormes, y erosionado vastas extensiones en las diferentes cuencas del país, ocasionando un deterioro general, y un paulatino asolvamiento de los diferentes embalses, así la calidad del agua se ve afectada por este proceso. Además de lo anterior, en los diferentes almacenamientos y redes de conducción de agua, van a dar la mayoría de los desechos de las explotaciones agropecuarias (herbicidas, plaguicidas, fertilizantes, estiércol, etc.) de las industrias o agroindustrias, y de las ciudades o poblaciones aledañas, con prácticamente nulo tratamiento.

Todos estos factores provocan un excedente de nutrientes en el agua, dando como resultado un envejecimiento acelerado de los embalses, conocido como eutroficación, la presencia de maleza acuática, es un indicador de este fenómeno.

Los insectos *Neochhetina eichhornia* y *Neochetina bruchi* son muy específicos, y atacan a la planta de lirio acuático, su vida está ligada a esta planta, ya que es la única de la cual el adulto se alimenta en estado larval. Hace galerías en los tallos de esta planta y le proporciona condiciones necesarias en las raíces para que el capullo se desarrolle. Aunque existen métodos establecidos en otros estados de la república para el control de lirio acuático, en esta investigación se pretende establecer técnicas con base científica en el estado de Nayarit, específicamente sobre el río Mololoa, ya que todas las zonas y localidades del país son diferentes en climas y en relieve. Con el propósito de establecer métodos adecuados a este entorno, se plantearon los siguientes objetivos.

Objetivos

Probar 2 métodos de control de lirio acuático en el río Mololoa.

Conocer el grado de daño del escarabajo (*Neochhetina* spp) en lirio acuático, en el río Mololoa.

Hipótesis

Son factibles dos métodos de control del lirio acuático (*E. crassipes*) a corto plazo con mínimo impacto ambiental en el río Mololoa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización Geográfica

El trabajo se llevó a cabo en Tepic, Nay., México: para obtener la fluctuación poblacional se desarrollaron muestreos de *Eichhornia* sp. de mayo de 1996 a abril de 1997 mientras que, para el control químico, en el período comprendido de mayo-junio de 1999. El ensayo se estableció sobre la cuenca del río Mololoa, que atraviesa la ciudad que se encuentra localizada a 104° 51' 10" y a los 20° 31' 20" de latitud norte del meridiano de Greenwich, y a un altura de 940 m, lo que indica que pertenece a un clima semicálido, el más templado (c), con temperatura anual mayor de 2.9 °C, con lluvias en verano y caluroso (García, 1973). El promedio anual de precipitación es de 1,500 mm, la humedad relativa promedio anual es de 80 %.

Tramificación

Para el desarrollo del trabajo se tomó en cuenta la misma metodología que se utilizó como base en la tramificación que se menciona en el proyecto Saneamiento del Río Mololoa, que considera el río en tres tramos (Bravo *et al.*, 1997):

Tramo I. Comprende desde su origen, hasta su llegada al puente San Cayetano (Ave. Tecnológico) en Tepic, con una longitud de 15 km.

Tramo II. Trayecto por Tepic hasta la avenida tecnológico (carretera a Guadalajara), que corresponde del puente de San Cayetano, hasta el puente de la Av. México, con una longitud de 7 km.

Ubicación de los sitios de evaluación

El desarrollo de la investigación se realizó en dos fases; en la primera, se observó la fluctuación poblacional del insecto *Neochhetina* spp y la segunda consistió en la evaluación de 2 productos químicos comúnmente utilizados para el control de malezas (Gómez, 1993).

Fluctuación poblacional

Para la obtención de los datos de fluctuación poblacional, se siguió la metodología recomendada por investigadores del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (Aguilar,

1996), es decir, del área destinada para este objetivo se obtuvieron un promedio de 15 plantas que mostraban daños del insecto; esto se llevó a cabo cada 15 días y, por un período de un año, los datos obtenidos se sumaron en períodos mensuales, se registraron los promedios de los resultados, y se concentraron en cuadros para su interpretación final.

Para la evaluación del lirio acuático se siguieron los siguientes parámetros: a) altura de la planta; se tomó la medida en centímetros, desde la base del tallo, hasta donde se inserta la hoja en éste; b) ancho de la hoja; se midió la hoja en centímetros en forma transversal; c) número de hojas por planta; se contó el número de hojas vivas de cada planta. Para evaluar los daños de los insectos, los parámetros que se tomaron en cuenta fueron: d) número de mordeduras de las hojas; se contaron los raspones típicos que ocasionan estos insectos en el haz de las hojas; e) número de insectos por planta; se realizó un conteo de *Neochhetina* spp, que se encuentran entre las hojas, en la base de las plantas de lirio acuático y número de larvas por planta, se realizó un conteo de larvas de este insecto presentes en galerías realizadas por ellos mismos en el tallo y cuello de las plantas de lirio acuático.

Control químico

Para el planteamiento de la evaluación de productos químicos en el estudio, se seleccionó una sección de 170 m² de dicho río, procurando que estuvieran distantes de donde se llevaron los estudios de fluctuación poblacional. El área destinada para este experimento se dividió en tres secciones de 50 m, dejando entre una y otra sección, una distancia de aproximadamente 10 m, con el fin de evitar el efecto de orilla; en total para

cada tratamiento se utilizó un área de 25 m de largo por 2 m de ancho, lo que daba un total de 50 m². La sección oriente fue utilizada como testigo, la cual estaba localizada río arriba, en la parte central de este lote, se evaluó el producto glifosato, y en el lado poniente, el producto conocido como 2,4.D al inicio de la aplicación; inicialmente, se tomaron datos de preaplicación en 25 plantas seleccionadas de manera aleatoria, los parámetros de evaluación fueron a) altura de la planta, b) altura hoja y c) número de hojas por planta. Posteriormente a la aplicación se realizaron nuevamente 2 muestreos, 15 y 30 días posteriores a la aplicación. La aplicación se realizó con una bomba de presión constante de motor, que utiliza el aire como impulsor, para dispersar el herbicida, con tanque de almacenamiento de capacidad de 12 l; el equipo primeramente se centró, utilizando un volumen inicial de 500 cc de agua, el cual se asperjó en un área de 5 m² (área suficiente para acomodar las unidades experimentales de cada tratamiento), caminando a paso regular, y procurando que éste fuera constante el volumen (volumen inicial - volumen final), para determinar el gasto utilizado. Lo anterior se realizó tres veces y se promedió, posterior a esto, se transpolaron los valores obtenidos a las necesidades para 1 ha y se determinó el volumen de agua requerido.

Aplicación de tratamientos

La aplicación se realizó el 15 de mayo de 1999, los tratamientos utilizados se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Aplicación de diferentes herbicidas para el control de *Eichhornia crassipes* en el río Mololoa, Nay, México,. UAAAN, 2000.

Tratamientos lt/ha	Dosis	Tratamientos	Dosis
Nombre técnico m.c.	gr. i. a/ha	Nombre comercial	
Testigo	-	-	-
Glifosato	720	Glyfos	2
2.4D	858	Hierbamina	2

Debido a que, en ocasiones, las aplicaciones de un herbicida no matan la maleza, ocasionando sólo daños foliares, que pueden ser o no aparentes, es necesaria la evaluación del efecto del herbicida en el follaje de acuerdo a la escala presentada en el Cuadro 2.

Las observaciones realizadas se reportaron utilizando la Escala European Weed Research Council (EWRC) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Escala EWRC (Euorpean Weed Research Coundil), adaptada para la evaluación visual de los herbicidas sobre *Eichornla crassipes* en este trabajo. UAAAN 2000.

Grado Fitotoxicidad	Muerte	Efecto sobre la maleza (%)	
		Grado	
0	No efecto aparente	0	No efecto aparente
10	1 Planta muerta	1	1-2 Plantas dañadas
20	2 Plantas muertas	4	3-4 Plantas dañadas
30	3 Plantas muertas	6	5-6 Plantas dañadas
40	4 Plantas muertas	8	7-8 Plantas dañadas
50	5 Plantas muertas	10	9-10 Plantas dañadas
60	6 Plantas Muertas		1 Sin Daño
70	7 Plantas Muertas		2 Daño Ligero
80	8 Plantas Muertas		3 Daño moderado
90	9 Pbantas Muertas		4 Daño Severo
100	10 Plantas Muertas		5 Daño Muy Severo

Diseño experimental

Los resultados se analizaron mediante el diseño de bloques al azar, utilizando 3 tratamientos con 3 repeticiones cada uno. Se realizó un análisis de varianza y se efectuó la comparación de medias respectivas, utilizando la prueba de rangos múltiples de Tukey a un nivel de significancia de 0.05 % de probabilidad de error, utilizando el sistema de análisis estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fluctuación poblacional de *Neochhetina* spp.

Para el estudio de poblaciones se realizó un muestreo con el objeto de conocer la fluctuación poblacional de *Neochhetina*, desarrollándose sobre el lirio acuático, a través un recuento de los insectos encontrados en 15 plantas, cada 15 días, desde abril de 1996 hasta mayo del siguiente año, los datos registrados sobre larvas y adultos se consignarán por separado, mismos que se representan en los Cuadros 3 y 4.

Como se puede observar, desde el inicio del muestreo, en mayo, hasta el mes de septiembre, no se detectan larvas y, a partir de agosto (cuarto mes de muestreo), se inició un incremento poblacional, llegando a encontrarse un pico poblacional con un promedio de una larva por planta, éste se mantiene en los muestreos siguientes (3 meses); y posteriormente descendió de tal forma que, en el mes de marzo, llegó a encontrarse un promedio de 0.2 larvas por planta y ya en abril no se detectaron larvas.

Cuadro 3. Número de larvas de *Neochbetina* spp encontrados *Eichbornia crassipes* (Mart.) Solms, en el río Mololoa, Nayarit,. UAAAN 2000.

Fecha de muestreo	No larvas por planta
Mayo 1996	0.0
Junio 1996	0.0
Julio 1996	0.0
Agosto 1996	0.0
Septiembre 1996	0.3
Octubre 1996	1.0
Noviembre 1996	0.9
Diciembre 1996	1.0
Enero 1997	0.6
Febrero 1997	0.1
Marzo 1997	0.2
Abril 1997	0.0

En lo que se refiere a adultos, podemos observar en el Cuadro 4, que en todos los muestreos se encontraron adultos, sin embargo, también se observó un pico poblacional en el mes de mayo, ya que en este mes se encontraron un promedio de 15 adultos por planta, esta población fluctuó y se mantuvo como promedio hasta el mes de agosto; la razón de este comportamiento se desconoce, ya que poco se supo sobre las condiciones climáticas, u otros factores bióticos que, al reprimir la población, ocasionan este comportamiento. Se puede suponer que la temperatura haya influido, ya que los meses en que se presentó en menor grado, corresponde a los meses más fríos. La razón de encontrar poblaciones altas de larvas en los meses de octubre, noviembre y diciembre hace pensar

que quizás estas poblaciones hibernen como pupa y emerjan en marzo-abril, fechas en que se incrementaron notablemente las poblaciones de adultos.

Cuadro 4. Insectos adultos de *Neochhetina* spp encontrados *Eichbornia crassipes* (Mart.) Sobms, en el río Mololoa, Nayarit.

Fecha de muestreo	Adulto por planta
Mayo 1996	15.0
Junio 1996	12.0
Julio 1996	6.0
Agosto 1996	11.0
Septiembre 1996	7.0
Octubre 1996	6.0
Noviembre 1996	4.0
Diciembre 1996	3.0
Enero 1997	4.8
Febrero 1997	4.4
Marzo 1997	3.9
Abril 1997	4.6

Situación Física del Lirio Acuático

Como ya se mencionó en la metodología, además de los datos de fluctuación poblacional, el insecto *Neochhetina* spp, también se tomaron mediciones de algunos parámetros de vigor de la planta, tales como: altura de planta, ancho de la tercera hoja, peso fresco de la planta y número de hojas por planta.

En lo referente a la variable altura de la planta, en el Cuadro 5 se presentan los datos registrados de mayo de 1996 a abril de 1997, como se puede observar, se presentaron plantas de mayor tamaño durante los meses de septiembre a diciembre de 1996, con un promedio máximo en el mes de septiembre de 59.5 cm por planta.

Sobre este parámetro no se conocen las razones con certeza, se sugiere que tal vez se debió a que, en estos meses, hay mayor cantidad de aguas enriquecidas por los deslaves de los cultivos agrícolas, ya que gran parte de los fertilizantes aplicados en esas fechas, se escurren, ya sea por las aguas de las lluvias, o los escurrimientos en la temporada de riego; Guzmán (1992) señala que el lirio acuático se desarrolla en aguas tranquilas y someras, esta descripción del río la encontramos en los meses de enero-junio, además, en este tiempo se encuentran plantas con bajo porte debido, probablemente, a la poca agua que el río transporta durante este período.

A mayor altura de plantas, mayor es el número de larvas, esto concuerda con lo mencionado en el Cuadro 3, donde el mayor número de larvas se encuentra en los meses de abril a agosto.

Cuadro 5. Altura de planta de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, al momento de muestreo en el río Mololoa, Nay., México.

Fecha de muestreo	Altura planta cm
Mayo 1996	15.0
Junio 1996	-11.0
Julio 1996	11.8
Agosto 1996	21.8
Septiembre 1996	59.5
Octubre 1996	40.1
Noviembre 1996	43.5
Diciembre 1996	50.3
Enero 1997	31.1
Felrero 1997	30.3
Marzo 1997	13.8
Abril 1997	17.1

Número de hojas por planta

Podemos ver en el Cuadro 6 que se encontraron plantas con mayor número de hojas, en el período de junio a enero, esto se relaciona con la variable de altura de la planta, al encontrar plantas de mayor porte, tienen una cantidad de hojas superior a las de menor altura, como se puede observar en el citado cuadro, la planta de *Eichhornia* sp presenta mayor número de hojas en el periodo de junio a enero, que es cuando mayor incidencia de larvas y adultos se encontró.

Cuadro 6. Número de hojas de la planta *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. en el río Mololoa, Nay., México.

Fecha de muestreo	No. tallo por planta
Mayo 1996	9.0
Junio 1996	11.0
Julio 1996	12.7
Agosto 1996	12.6
Septiembre 1996	7.8
Octubre 1996	8.4
Noviembre 1996	9.4
Diciembre 1996	9.7
Enero 1997	9.5
Febrero 1997	8.3
Marzo 1997	8.2
Abril 1997	8.5

Daños de *Neochetina* sp en las hojas de *Eichhornia* sp al momento del muestreo

En los Cuadros 7 y 8 podemos observar que esta variable concuerda con los resultados de la variable de adulto por planta, al mostrar mayor número de adultos, con el correspondiente incremento en número de raspones o daños y que esta variable también puede estar relacionada con la variable ancho de la hoja, ya que al encontrar la hoja más ancha, se encuentran mayor número de raspones, la planta, por lo tanto, aparentemente se mostró más apetecible y succulenta para el insecto.

Cuadro 7. Daños de *Neochbetina* spp en las hojas sobre *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms al momento del muestreo en el río Mololoa, Nayarit.

Fecha de muestreo	Raspones por planta
Mayo 1996	26
Junio 1996	27
Julio 1996	26
Agosto 1996	34
Septiembre 1996	47
Octubre 1996	98
Noviembre 1996	87
Diciembre 1996	107
Enero 1997	61
Febrero 1997	88
Marzo 1997	99
Abril 1997	52

Cuadro 8. Ancho de la hoja de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, al momento del muestreo en el río Mololoa, Nayarit.

Fecha de muestreo	Ancho de la hoja (cm)
Mayo 1996	8.8
Junio 1996	7.7
Julio 1996	7.3
Agosto 1996	8.1
Septiembre 1996	9.3
Octubre 1996	10.0
Noviembre 1996	8.9
Diciembre 1996	9.6
Enero 1997	8.6
Febrero 1997	8.5
Marzo 1997	8.2
Abril 1997	6.9

Todo lo anterior puede servir de información básica sobre la vida del insecto asociado con este tipo de vegetación, como base para continuar este tipo de trabajos, con una reproducción artificial de insectos, buscando el control biológico en la época y bajo condiciones favorables para su reproducción.

Control químico

Fototoxicidad y Mortalidad

Después de evaluar los efectos de los herbicidas sobre lirio acuático, y de acuerdo a la escala EWRC, el 2,4-D ocasionó sólo una ligera fitotoxicidad en la planta, observándose este síntoma a los 7 días después de la aplicación, y en ese mismo tiempo, el glifosato no mostró ningún efecto aparente en las plantas, ninguno de los herbicidas mostró daños severos, ni se observaron plantas muertas, como se puede advertir en los cuadros 9 y 10 en sus respectivos tratamientos, este comportamiento de los productos da la pauta, para pensar que probablemente las dosis no fueron las adecuadas para esta maleza o, que como es una planta suculenta y con hojas cerosas, con un 80% de agua, el herbicida no actuó con tanta rapidez; al realizar la evaluación a los 14 días, por el contrario, se encontró fitotoxicidad severa, particularmente en el tratamiento de 2,4D, con un grado de muerte del 100 %. En el caso del Glifosato se encontró un grado de fitotoxicidad severo, de acuerdo a la escala EWRC, lo que se puede deber quizás, a que la concentración del ingrediente activo del Glifosato es menor que la del 2,4-D.

No es conveniente comprobar hasta que grado se puede aumentar la dosis del herbicida, ya que el agua del río Mololoa, río abajo se utiliza para riego en cultivos

agrícolas, por lo cual el herbicida puede ocasionar daños, actuaría en contra de estos cultivos y al medio ambiente en general.

Cuadro 9. Fitotoxicidad y mortalidad sobre *Eichhornia crassipes* Solms de los herbicidas Glifosato y 2,4-D a los 7 y 14 el Río Mololoa, Nayarit.

Tratamientos	Dosis g.i.a/ha	Fitotoxicidad d 7 DDA*		% Muerte	Fototoxicidad 14 DDA		%
Mortalidad		%	Nivel	7 DDA	%	Nivel	14 DD
Glifosato	720	0	0	0	4	Severo	60
2,4-D	858	2	Ligero	0	5	Muy severo	100
Testigo	-	-	-	-	-	--	

*DDA. Días después de la aplicación

Análisis estadístico

Al realizar los análisis estadísticos y las pruebas de medias en las variables de altura de planta y hojas vivas, a los 7 días de la aplicación, no se encontró diferencia entre ellos. Al realizar las pruebas de medias a los 14 días, se encontró diferencia entre los tratamientos ya que el glifosato empezaba a actuar sobre la maleza y el efecto de 2,4-D, ya había afectado esta maleza acuática, en las variables de hojas por planta no se encontraron hojas vivas en el segundo tratamiento, correspondiente al 2,4-D mientras que, en el tratamiento con glifosato, el herbicida surtía efecto en las plantas, por esto se supone que el ingrediente activo de 2,4-D es mas eficaz en lirio acuático, y en menos tiempo.

Cuadro 10. Efectos de los herbicidas Glifosato y 2,4-D sobre *Eichhornia crassipes* (Mart) Solms, a los 7 y 14 DDA, en el Río Mololoa, Nayarit.

Tratamientos	Dosis g.i.a/ha	7DDA		14 DDA	
		Altura/planta	Hojas vivas	Altura/planta	Hojas vivas
Glifosato	720	55.44 A*	8.0 A	36.73 C	7.6 A
2,4-D	858	49.60 A	8.0 A	0.00 B	0.0 B
Testigo	-	48.44 A	7.1 A	40.46 A	7.6 C

* Valores con literales distintas son estadísticamente diferentes, según Tukey al 5%.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones experimentales en que se desarrolló este trabajo, se puede concluir lo siguiente:

- El grado de daño de *Neochhetina* spp, sobre *Eichhornia crassipes* fue notorio durante los meses de septiembre a diciembre de 1996 en el río Mololoa, ya que en estos meses se encontraron más plantas dañadas por este insecto.

- Al encontrar un mayor número de *Neochhetina* spp, en *Eichhornia crassipes* también se encontró un mayor número de mordeduras en las hojas, y éstas a su vez tenían mayor superficie que en las que no se encontró este insecto

- El 2,4-D en la dosis 858 gi.a./ha fue el tratamiento que presentó mayor respuesta a los 14 días, al mostrar un 100 % de control sobre la maleza de *Eichhornia crassipes*.

- El glifosato en su dosis de 720 gi.a./ha no manifestó una efectividad biológica sobre *Eichhornia crassipes* al encontrar un rango de mortalidad del 60% y una fitotoxicidad a nivel severo.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, Z. A., 1996. Control Biológico de la maleza acuática. Memoria del primer curso regional sobre control integrado de la maleza acuática. Facultad de Agricultura. Universidad Autónoma de Sinaloa. Del 10 al 14 de junio.
- Arroyo, M.J. 1980. Revisión bibliográfica de 4studios sobre combate de la maleza en México. Resumen I. Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza (SOMECIMA). Torreón, Coah., México. p. 154-159.
- Bravo, B. O., Márquez, G. A. 1996. Propuesta para diagnosticar la problemática ambiental de la cuenca del río Mololoa en el municipio de Tepic y establecer las medidas de restauración, mitigación y compensación. No publicado. Tepic. Nayarit.
- Bravo, R. C., Cortés P, S., Trejo A. J.L. 1997. Curso intensivo en preparación y evaluación socioeconómicas de proyectos. Saneamiento del Rio Mololoa. COPOP. BANOBRAS.
- García, E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificaciones climáticas de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM.
- Gómez, B. J.G. 1993. Control Químico de Malezas. Edit. Trillas. Mexico.p.250.