

Técnicas para el control de las malezas acuáticas

María Teresa Guzzy¹

Dirección General de Prevención
y Control de la Contaminación Ambiental, SEDUE

Los efectos indeseables que las malezas causan a un cuerpo de agua son consecuencia de un ambiente perturbado, por lo que es necesario su control para facilitar el restablecimiento del ecosistema acuático. El problema predominante que se aborda en este trabajo es la selección del método de control más adecuado que evite dañar la calidad del agua y para ello se establecen las ventajas, inconvenientes y limitaciones de cada uno.

La presencia de plantas acuáticas en un lago no necesariamente implica un problema, ya que cumplen con el importante papel de transformar, con ayuda de la luz, a las sustancias minerales en materia orgánica viva, con lo que se conforma uno de los primeros eslabones de la cadena alimenticia. Sin embargo, cuando aumenta la cantidad de macronutrientes en el agua, una población de plantas puede crecer hasta convertirse en una plaga, que se denomina *maleza*, que entorpece y limita los usos que el hombre necesita de un embalse.

En México, los cuerpos de agua *dulce* ocupan una superficie de 1 239 000 ha (SARH, 1981) de las cuales, 114 862 se estima que presentan una invasión de malezas (Contreras, 1977), esto significa que el 9.28% de los embalses muestra signos de infestación. Las 1 124 138 ha restantes son áreas propicias para un futuro establecimiento de macrofitas acuáticas. Esta situación hace necesario establecer medidas preventivas antes de que el problema adquiriera dimensiones difíciles de controlar.

La selección de un método para controlar las malezas acuáticas debe ser resultado de una extensa consideración de todas las medidas de control con las que se cuenta, así como de la definición de la eficiencia técnica potencial de cada una de ellas. Por otro lado, se requiere de un conocimiento profundo del ecosistema acuático para poder evaluar si un método será realmente útil o, si por el contrario causará estragos en el medio ambiente. También es

importante tomar en cuenta las cuestiones sociales y políticas, así como el costo de una opción determinada.

A continuación se hace una breve descripción y evaluación de los métodos actuales de control de malezas acuáticas, con énfasis en el mecánico y el químico.

Método biológico

Este método consiste en el aprovechamiento de los distintos animales y plantas que mantienen en equilibrio a una población de malezas y en reducir el número de individuos de una especie, hasta lograr que no sea considerada como una plaga. Para ponerlo en marcha, se debe estudiar en detalle el ciclo de vida de cada especie o planta potencialmente dañina, a fin de conocer a sus predadores y organismos patógenos, así como a las plantas que compiten por el mismo nicho ecológico.

Método mecánico

Con este método se controla una población de malezas extrayéndolas o triturándolas por medio de máquinas y herramientas (véase cuadro 1). Los equipos dedicados al control físico del lirio se dividen en dos grupos, según la función que desempeñan: en el primero, su objetivo básico es la extracción del lirio mediante su transporte y descarga, o bien,

1. Equipo para la remoción de malezas acuáticas

Equipo	Función	Capacidad	Fuente
Molcosechadoras			
Modelo # 1	Corta, extrae, eleva,	15 ton/viaje	SARH, Puebla
Modelo # 2	acomoda, transporta y descarga.	30 ton/viaje	
Tractores acuáticos	Corta, empuja y jala.	30 ton tracción	SARH, Puebla
Extractor de lirio (uno fijo en tierra otro flotante)	Extrae	20-40 m ² /min	SARH, Puebla
Cosechadoras			
H4-100	Corta, extrae, eleva,	Carga 550 kg/viaje	Aquamarine
H5-200	acomoda, transporta y	Carga 1,360 kg/viaje	Aquamarine
H7-400	descarga.	Carga 3,200 kg/viaje	Aquamarine
H10-800		Carga 6,400 kg/viaje	Aquamarine
Picadora	Corta	800 m ² /ma	SORE Cía. Constructora Hidalgo

empujándolo fuera del agua; en el segundo, se contempla el uso de una máquina que tritura al lirio y lo deja suspendido en el agua. El lirio extraído puede ser utilizado en alguna forma provechosa (abono, texturizador de suelos, forraje, biogas, etc.). El que queda en el agua se degrada y reincorpora a ésta sus componentes químicos (6% del total de la planta, ya que el 94% restante es agua; esto significa que una tonelada *picada* de lirio recicla al embalse 60 kg de materia orgánica y 940 kg de agua).

A fin de utilizar las máquinas adecuadas, hay que hacer una cuidadosa evaluación de las características de trabajo de cada equipo y de la ecología de las plantas indeseables. Una vez reunida esta información se debe incorporar al plan operativo una metodología similar a la que se aplica en la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, (Sedue) (Gidi, 1985), que plantea un modelo matemático para calcular la aplicación de las cosechadoras mecánicas. Si se considera que la reproducción de lirio sigue una cinética de primer orden, la rapidez con que se incrementa el área cubierta del embalse puede estimarse mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{dA}{dt} = K_1 A - K_2 \quad (1)$$

que al ser integrada queda:

$$A = A_0 e^{K_1 t} - \frac{K_2}{K_1} e^{K_1 t} + \frac{K_2}{K_1} ; \text{ con } K_2 = nC \quad (2)$$

donde:

A = Área infestada por lirio acuático en función del tiempo t (ha)

A_0 = Valor inicial del área infestada por lirio acuático originalmente ($t = 0$), (ha)

t = Tiempo transcurrido (días)

K_1 = Constante de crecimiento del lirio acuático (días⁻¹)

K_2 = Tasa de cosecha del lirio acuático (ha/día)

n = Número de máquinas

c = Capacidad de cosecha de cada máquina (ha/día)

$e = 2.718281828$

Por ejemplo, la presa Endhó tiene una superficie total de 1 750 ha, infestada por el lirio acuático, con una densidad de 650 ton/ha (65 kg/m²). A partir de estos datos se estiman los valores del cuadro 2 calculados para 8 horas de trabajo, comparando dos equipos de remoción física: la cosechadora (Aquamarine) y la *picadora* (Retador). En la primera columna se muestra el tiempo por viaje (min) que realiza cada máquina para cosechar, transportar, descargar, atracar y retornar al sitio de cosecha; la segunda contiene el número de viajes que realiza cada máquina en 8 horas de trabajo. En las tres columnas siguientes se aprecia la cantidad de toneladas de carga diaria que pueden cosechar tres modelos distintos de Aquamarine. Las últimas tres columnas muestran el área de cosecha que pueden limpiar los tres modelos.

Con los datos del último renglón del cuadro 2, se puede establecer una comparación con la máquina *picadora*; mientras el equipo Aquamarine necesita un tiempo de viaje, la *picadora* no, ya que elimina al lirio sobre la marcha. Al analizar los resultados tras una jornada de 8 horas, se observa que el modelo Aquamarine H10-800, con un tiempo de 23 min por viaje, hace 21 viajes, con una capacidad de carga de 134.4 ton y un área cosechada de 0.20 ha, en tanto que, durante el mismo lapso, la *picadora* abate 416 ton y limpia un área de 0.64 ha.

Para determinar el número de cosechadoras necesarias para equilibrar el crecimiento del lirio, se aplica la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} dA/dt &= A_0 K_1 e^{K_1 t} - K_2 e^{K_1 t} = 0 \\ A_0 K_1 - K_2 &= 0 \\ K_2 &= A_0 K_1 \\ n &= (K_1 A_0)/c \quad (3) \end{aligned}$$

Con base en ella y a partir de un tiempo de viaje de 21 minutos y un trabajo de 8 horas diarias, se elaboró el cuadro 3.

En la primera columna se muestra el área (ha) infestada y en las restantes, el número de máquinas requeridas para equilibrar el crecimiento del lirio. Los resultados indican que 40 *picadoras* hacen el mismo trabajo que 118 máquinas Aquamarine del modelo H10-800. Ahora bien, para abatir las poblaciones del lirio se requiere de n cosechadoras adicionales para reducir efectivamente la extensión infestada. Si se aplicara un número menor de cosechadoras

2. Capacidad de cosecha para 8 h de trabajo con una densidad de lirio de 65 Kg/m²

Tiempo por viaje (min)	Número de viajes	Carga diaria (ton)		Área cosechada (Ha)			
		Modelo H ₅ -200 (1,500)	Modelo H ₇ -400 (3,200)	Modelo H ₁₀ -800 (6,400)	Modelo H ₅ -200 (1,500)	Modelo H ₇ -400 (3,200)	Modelo H ₁₀ -800 (6,400)
3	160	240	512.0	1024.0	0.320	0.780	1.57
5	96	144	307.2	614.4	0.220	0.460	0.92
7	68	96	217.6	435.2	0.150	0.320	0.65
9	53	80	169.6	339.2	0.120	0.250	0.51
11	43	65	137.6	275.2	0.100	0.200	0.42
13	37	56	118.4	236.8	0.080	0.180	0.37
15	32	48	102.4	204.8	0.070	0.160	0.32
17	28	42	89.6	179.2	0.064	0.140	0.28
19	25	38	80.0	160.0	0.056	0.116	0.23
21	23	35	73.6	147.2	0.052	0.111	0.22
23	21	32	67.2	134.4	0.047	0.102	0.20
25	19	29	60.8	121.6	0.048	0.093	0.18
27	18	27	57.6	115.2	0.041	0.088	0.17
28	17	26	54.4	108.8	0.039	0.083	0.16
32	15	23	48.0	96.0	0.034	0.074	0.14
34	14	21	44.8	89.6	0.031	0.067	0.13
37	13	20	41.6	83.2	0.029	0.062	0.12
40	12	18	38.4	76.8	0.027	0.058	0.11
44	11	17	35.2	70.4	0.025	0.053	0.10
48	10	15	32.0	64.0	0.022	0.048	0.10
53	9	14	28.8	57.6	0.020	0.044	0.09
60	8	12	25.6	51.2	0.018	0.039	0.08
Picadora				416.0			0.64

de los modelos citados (118 del modelo H10-800 Aquamarine ó 40 picadoras), el lirio crecería a mayor velocidad que la capacidad de las máquinas para cosecharlo.

Por otra parte, al aplicar más máquinas, se reduce en forma efectiva la masa del lirio acuático existente, con lo que se requerirán paulatinamente menos máquinas, hasta conseguir un control total. Este fenómeno puede apreciarse en el cuadro 4, cuyos resultados muestran que se requiere un total de 142 cosechadoras mod-H10-800, frente a 50 picadoras para realizar el mismo trabajo. Esto hace concluir, por una parte, que un área extensa, por completo infestada de lirio, requiere en principio de un número grande de cosechadoras, lo que encarece enormemente la solución del problema por este método, dado el costo del equipo.

Por su parte, la picadora presenta ventajas sobre los otros equipos; al no efectuar viajes para descargar el lirio, ya que al avanzar sólo corta la maleza dejándola en el mismo lugar, se logra un ahorro de tiempo. Además, al igual que los

3. Máquinas para equilibrar el crecimiento del lirio acuático

Área infestada	Número de máquinas requeridas			
	Modelo	Modelo	Modelo	Picadora
Inicialmente				
A ₀ (ha)	H ₅ -200 C=0.052 ha/día	H ₇ -400 C=0.111 ha/día	H ₁₀ -800 C = 0.22 ha/día	Retador C = 0.64 ha/día
1750	498	233	118	40

4. Aplicación de la cosechadora mecánica Aquamarine modelo H10-800, y de la picadora Retador en la presa Endhó, Hgo.

Área infestada (ha)	Tiempo transcurrido (meses)	Cosechadoras para equilibrar el crecimiento	Cosechadoras para abatir el área infestada	Total cosechadoras aplicadas
Aquamarine				
1750	0	118	24	142
1548	1	104	38	142
1233	2	83	59	142
741	3	50	92	142
0	4	0	142	142
Picadora				
1750	0	40	10	50
1520	1	35	15	50
1160	2	27	23	50
598	3	14	36	50
0	4	0	50	50

herbicidas al eliminar las plantas, éstas van a dar al fondo del embalse, con lo que se recicla nuevamente su biomasa. Sin embargo, con la picadora no es necesario restringir el uso del agua, como sería con los herbicidas, dependiendo de la dosis, el tipo y cantidad del herbicida usado. Además, algunas de las malezas controladas con herbicidas no pueden reutilizarse.

Método químico

Consiste en la aplicación de sustancias químicas tóxicas a las plantas (plaguicidas fitotóxicos). Actualmente, existe un gran número de herbicidas en el mercado; sin embargo, en México están autorizados para su comercialización y uso, entre otros: ametrina, 2,4-D, dalapón, dicamba, diquat, diurón, glifosato, hexazinona, metribuzin, paraquat, simazina y terbutryn (véase cuadro 5).

Los herbicidas enlistados se seleccionaron por ser los más utilizados para combatir las plantas acuáticas. Si se analiza su fórmula, se observa que en varios casos, el ingrediente activo es una sola sustancia, por ejemplo: 2,4-D, glifosato o metribuzin. Sin embargo, en otros es común la combinación de ellas, como por ejemplo: simazina + ametrina → gesatop z, donde el ingrediente activo confiere al herbicida características propias para un uso específico. En el cuadro se aprecia que el tipo predominante es el del grupo de las triazinas, de gran interés por su versatilidad. En muchos casos, éste actúa por selección fisiológica (Ciba Geigy, 1984).

Las plantas absorben a las triazinas generalmente por la raíz y transportan las sustancias activas por el xilema. Las triazinas se pueden combinar entre sí o con otros herbicidas de acuerdo con las exigencias prácticas. Su acción se basa en una fuerte inhibición de la reacción de Hill, bloqueando la fotosíntesis.

5. Herbicidas utilizados en el combate de malezas acuáticas

Sustancia activa	Nombre químico	Tipo de herbicida	Categoría toxicológica	Acción	Epoca de aplicación	Formación	Dosis de aplicación	Nombre comercial	Fuente
Ametrina	2-Isopropilamina 4-Etilamina, 5-Metililo Triazina.	Triazinico	IV	Selectivo	Postemergente	Pofo humectable 50% 500 gía/kg. *	4-5 l/ha	Gesapa	Ciba Geigy
2,4-D	Acido 2,4-Diclorofenoxiacético	Fenoxi	III	Selectivo	Preemergente Postemergente	Concentrado emulsionable 49.6% 400 gía/kg	1-1.5 l/ha	Esteron 47	Dow Química Mexicana
Dalapón	Acido 2,4-Dicloropropiónico (sal de sodio, magnesio)	Dicloro propiónico	IV	Sistémico	Postemergente	Pofo soluble 85% 740 gía/kg	9-15 kg/ha	Dawpon	Dow Química Mexicana
Dicamba	Acido 3,6-Dicloro-o-Anísico	Derivado de ácido Benzoico	IV	Sistémico	Postemergente	Solución 49% 480 gía/l	.5-1 l/ha	Banvel	Sandoz Agrícola
Diquat	Sal dibromuro de diquat (1,1-Etlen-2,2-Dipiridilo).	Bipiridilo	II	Contacto	Preemergente	Solución 31% 200 gía/l	10-20 l/ha	Reglone	Ici de México
Diurón	[3-(3,4-Diclorofenil) -1,1-Dimetilurea]	Derivado de la urea	IV	Selectivo	Preemergente Postemergente	Pofo hidratable 80% 800 gía/l	1-5 kg/ha	Karmex	E.I: Dupont de Neumors
Glifosato	N - (Fosfonometil) Glicina.	Alifático	III	No	Postemergente	Solución 41% 350 gía/l	6 l/ha	Faena	Monsanto
Hexazinona	[3-Cyclohexil-6-(Dimetilamina)-1-metil-1,3,5-triazina-2,4-(1H,3H) Dione]	Sistémico	IV	Selectivo	Preemergente Postemergente	Pofo soluble 90% 900 gía/kg	.5-1 kg/ha	Velpar	E.I: Dupont de Neumors
Metribuzin	[4-Amino-6-(1,1-Dimetiletil)-3-metililo] -1,2,4-Triazina 5(4H-f)]	Triazinico	IV	Selectivo	Preemergente Postemergente	Pofo humectable 70% 700 gía/kg.	.5-1 kg/ha	Lexone D.F.	E.I: Dupont de Neumors
Paraquat	1,1 - Dimetil-4,4 Bipiridinium ión	Bipiridilo	III	Contacto	Postemergente	Solución 25% 200 gía/l	1.5-2 l/ha	Gramoxone	Ici de México
Simazina	2,4-Dietilamina,6-Cloro Triazina	Triazinico	IV	Selectivo	Preemergente Postemergente	Pofo humectable 50% 500 gía/kg.	2.5-5 kg/ha	Gesalop	Ciba Geigy
Terbuteyn	2-(Tari-Butilamina)-4-(Etilamina)-6-(metililo)-5-Triazina(2 Metililo)-4Etilamina-6Terbutilamina-5-Triazina	Triazinico	III	Selectivo Sistémico Contacto	Preemergente	Pofo humectable 50% 500 gía/kg.	3-5 kg/ha	Clarosan Ingran	Ciba Geigy

* gía: gramos de ingrediente activo

Los herbicidas del tipo de los bipiridilos (reglone, granoxone) se usan como desecantes, ya que actúan por contacto con los tejidos verdes, interfiriendo en la fotosíntesis al ser absorbidos por las plantas, por ejemplo, por la cutícula.

Los herbicidas derivados de la urea son absorbidos por la planta, sobre todo por vía radicular, donde después se translocan hacia las hojas e inhiben la reacción de Hill, con lo que impiden la fotosíntesis. El paro del crecimiento y la clorosis provocan la muerte de la planta, pero la germinación no se ve afectada.

Los de tipo alifático sistémico son absorbidos por las hojas de donde penetran hasta la raíz, movilizándose por el floema y alterando todas las funciones de la planta: fotosíntesis, respiración y la síntesis de ácidos nucleicos.

Aquéllos derivados del ácido benzoico son absorbidos tanto por las hojas como por las raíces y se translocan dentro de la planta matando a las malezas de hoja ancha.

Los herbicidas del tipo fenoxi penetran rápidamente por las hojas, tallos y raíces de las plantas sensibles. Aquellos que se derivan del ácido dicloro propiónico son solubles en agua y sistémicos; al ser asperjados sobre las hojas se absorben y translocan por toda la planta, causando la parálisis de su crecimiento y, posteriormente, la muerte de ésta.

La categoría toxicológica es un dato fundamental que se debe considerar al emplear un herbicida (se anota en la etiqueta o boletín técnico de cada producto). Dicha categoría se basa en un valor

estadístico (50 DL) que se calcula a partir de los miligramos del tóxico por kilogramo de peso que se requieren para matar al 50% de los animales de experimentación, (generalmente ratas) (García, 1986). Las categorías tienen una escala que va del uno al cinco, donde el uno corresponde a un producto extremadamente tóxico, en tanto que el cinco agrupa a los herbicidas casi no tóxicos (véase cuadro 6).

6. Escala de categoría toxicológica en ratas

Categoría toxicológica	Clase	LD ₅₀ ORAL mg/kg
1	Extremadamente tóxico	- 5
2	Muy tóxico	5 - 49
3	Moderadamente tóxico	50 - 499
4	Ligeramente tóxico	500 - 4999
5	Casi no tóxico	5000 - 14 999

Los herbicidas del cuadro 5 se agrupan en las siguientes categorías toxicológicas:

7. Categoría toxicológica de herbicidas del cuadro 5

Categoría toxicológica	Número de herbicidas	% del total de los herbicidas del cuadro 1
I	-	-
II	1	8.33
III	4	33.33
IV	7	52.33
V	-	-

Los resultados demuestran que los herbicidas clasificados como extremadamente tóxicos no se usan; entre los muy tóxicos sólo se tiene al diquat; en la categoría de los moderados hay cuatro: 2,4-D, paraquat, glifosato y terbutryn, y por último, los casi no tóxicos que son los más abundantes (58.33%): ametrina, dalapón, dicamba, diurón, hexazinona, metribuzin, simazina. Nótese que el grupo de herbicidas de tipo triazínico se encuentra dentro de esta última categoría (IV). Es preciso tomar en cuenta esta escala de toxicidad, a fin de utilizar los herbicidas menos tóxicos posible, sobre todo cuando van a ser usados en agua.

Según su forma de actuar, los herbicidas se clasifican en: selectivos y no selectivos. Los primeros destruyen las malas hierbas sin perjudicar a las plantas cultivadas. Esta selectividad puede ser de tres tipos:

- Fisiológica, cuando se basa en la facultad que tienen algunas plantas de descomponer el herbicida en sustancias inocuas.
- Física, cuando la planta cultivada presenta un hábito particular de su anatomía con lo cual se protege de la penetración del herbicida, por ejemplo, cutícula resistente, capa cerosa, etcétera.
- De posición, cuando el herbicida aplicado se fija por adsorción en las partículas coloidales en la capa superior del suelo y no llega en cantidad perjudicial a la zona radicular de la planta cultivada; sin embargo, las malas hierbas que germinan en la capa superior son eliminadas (Ciba Geigy, 1984).

Como ejemplo de herbicidas selectivos están las triazinas, los derivados de la urea, las cloroacetanilidas, los éteres de oximas y los ditiófosfatos.

Los herbicidas no selectivos se usan para controlar a la vegetación no deseada en zonas industriales, áreas de estaciones ferroviarias, vías férreas o bordes de carreteras. También se aplican en la lucha contra la vegetación indeseable en los cursos y depósitos de agua, embalses artificiales, viveros de piscicultura, etc. Las metiltiotriazinas son ejemplos de este tipo.

A su vez, los herbicidas selectivos y no selectivos, por su modo de actuar, se agrupan en:

- De contacto, si actúan directamente sobre los tejidos de las plantas, produciendo un efecto químico equivalente a una quemadura; su acción es no selectiva.

- Sistémicos, cuando son absorbidos por los tejidos de la planta y translocados a otros órganos de la misma, donde ejercen una acción determinada.
- Los esterilizantes del suelo, productos químicos que impiden el crecimiento de todas o de casi todas las plantas durante un periodo de tiempo, cuya duración se relaciona con la resistencia de cada producto y con su degradabilidad (Bartley et al., 1977).

Para lograr un buen control químico es necesario conocer el ciclo de vida de las malezas que se quieren eliminar, con objeto de decidir la época de aplicación más adecuada. Para fines prácticos se emplean dos términos, cada uno de los cuales indica una etapa del desarrollo de una planta: preemergente, referido a la época previa a la germinación o al brote de la planta, y postemergente, correspondiente a la fase en que la planta ha germinado y comenzado su desarrollo.

La mayoría de los herbicidas contenidos en el cuadro 5 es postemergente (10 de ellos), ya que interfieren en la fotosíntesis, momento en el cual la planta lleva a cabo sus funciones plenamente.

La formulación de un herbicida, es decir, la mezcla del ingrediente activo con otros materiales para facilitar la aplicación del producto, depende de: el uso que se quiera dar a una determinada sustancia química, de las plantas en que se va a aplicar, del equipo con que será asperjado, de las condiciones ambientales, de los posibles riesgos tanto para el hombre como para los animales y de su costo (Jara, de la, 1985). Las formulaciones pueden ser:

- Sólidas: cebo, polvo, gránulo, polvo soluble, polvo humectable, microencapsulado.
- Líquidas: aerosoles, concentrados emulsionables, soluciones acuosa y oleosa, suspensiones y gas licuado.

La formulación también muestra la cantidad de ingrediente activo, así como su concentración, datos fundamentales para preparar las dosis de aplicación. Estas son muy variables aun en un mismo producto, ya que dependen de la maleza que va a ser controlada, (cada especie vegetal tiene una dosis letal propia).

La aplicación correcta de un herbicida en el campo depende de tres factores principales: la calidad del producto, el momento oportuno de la aplicación y la calidad de ésta. Esto último se logra al asperjar con precisión y efectividad el caldo sobre la superficie tratada, de manera que se reparta lo más parejo

posible. En aplicaciones aéreas, que se efectúan con un avión o helicóptero, es más difícil lograr una distribución uniforme que con una bomba de espalda o con una aspersora de tractor. Los factores que influyen en la repartición del caldo de aspersión aérea son:

- La turbulencia causada por el avión
- Las condiciones del viento y la posición de las boquillas
- Los atomizadores del avión y la altura del vuelo
- El volumen de la aplicación y la precisión del vuelo

A continuación se dan algunas recomendaciones para la correcta aplicación de herbicidas.

- Tratar siempre un volumen bajo (herbicidas líquidos a razón de 20–50 l de cada caldo por hectárea; polvos mojables a razón de 40–50 l/ha).
- Asperjar con barra y boquillas de abanico plano
- Evitar la deriva
- Asperjar 20 gotas por cm² en preemergencia y 40 gotas por cm² en postemergencia
- Cerrar las boquillas según el volumen por asperjar
- Aplicar a bajo volumen

Para asperjar con un tractor se deben tomar medidas como:

- Calibrar el equipo mecánico
- Revisar la velocidad del tractor
- Calibrar la aspersora en el campo
- Revisar el volumen asperjado
- Comprobar la dosis del producto por tanque
- Efectuar la aspersión en bandas

La aspersión con equipo manual es muy sencilla, sólo requiere de una mochila de espalda de 20 ó 15 l con su respectiva boquilla calibrada.

Se debe remarcar la importancia de tomar medidas protectoras para un manejo seguro de los pesticidas, ya que estas sustancias pueden ser absorbidas por vía oral, dermal o por inhalación. Las personas implicadas en su manejo deben conocer cada producto que apliquen y usar ropa protectora como overoles, guantes, botas, caretas, etcétera.

En el cuadro 5 se mostraron 12 herbicidas comúnmente utilizados para controlar a las macrofitas acuáticas; a continuación en el cuadro 8, se hace mención de aquellos plaguicidas recomendados en los Estados Unidos de Norteamérica:

8. Herbicidas recomendados para combatir malezas acuáticas

Sustancia activa	Nombre químico	Nombre comercial	Registrado en México
Amitrole	3-amino-1,2,4, triazole	Cytrol	no
Dalapón	Acido 2,2-dichloropropiónico (sal de sodio, magnesio)	Dalapón 85	no
Dichlobencil	2,6 Diclorobenzonitrilo	Casorón 10 G	no
Endothall	2 Oxabicyclo 2,2,1 Heptano-2,3,-ácido dicarboxílico	Hydrothol 191	no
Glifosato	N-(Phosphonomethyl) Glycina	Rodeo	no
2,4-D	Acido 2,4-dichlorophenoxyacético	Weel Rhap	no

De la lista anterior, en México se utilizan tres herbicidas formulados con el mismo principio activo pero con otros nombres: dalapón, glifosato y 2,4-D.

Las malezas acuáticas consideradas como indeseables en México son principalmente las siguientes: *Eichhornia crassipes* (lirio), *Hydrilla verticillata* (hidrila), *Pistia stratiotes* (lechuga de agua), *Alteranthera sp*, *Trapa natans* (trapa), *Lemna gibba* (chichicastle), *Egeria densa* (elodea) y *Myriophyllum spicatum*, las cuales, al estar presentes en un cuerpo de agua con una cobertura mayor del 30% del total de la superficie requieren de un control inmediato. Otras malezas potencialmente dañinas son: *Juncus sp*, *Ssirpus sp*, *Typha sp*, *Cyperus sp*, *Paspalum sp*; dado que todas pueden convertirse en una plaga de enormes proporciones, por lo que es indispensable mantenerlas bajo observación constante.

En el cuadro 9 se han reunido los herbicidas y algunas plantas acuáticas con el fin de esquematizar los plaguicidas que combaten a cada maleza. En él se anotaron los herbicidas más utilizados para el combate de las malezas acuáticas. Sin embargo, muchos no están registrados para el tratamiento específico de las plantas acuáticas (ametrina, dicamba, diurón, hexazinona, paraquat, simazina), y se usan, ya sea solos o en combinación con otros productos agroquímicos. Los restantes (amitrole, 2,4-D, dalapón, dichlobencil, diquat, endothall, glifosato, terbutryn) están registrados en los EUA para su aplicación a malezas acuáticas. Cabe mencionar que el único herbicida aprobado para su uso en agua por el catálogo oficial de plaguicidas es el diurón.

Los herbicidas que tienen un rango de acción mas amplio son: 2,4-D, dalapón, diquat, endothall, glifosato y terbutryn. La elección del método químico debe ser resultado de una detallada evaluación de cada caso en particular.

9. Acción de los herbicidas sobre las malezas acuáticas más comunes en México

		Herbicidas														
Tipo de maleza	Género	Ametrina	Amitrole	2,4-D	Dalapón	Dicamba	Dichlobenil	Diquat	Diurón	Endothal	Glifosato	Hexazinona	Metribuzin	Paraquat	Simazina	Terbutryn
Libre flotante	Azolla sp.							x								
	Lemna sp.			x				x						x		
	Pistia sp.							x			x					
	Eichhornia sp.	x	x	x				x			x				x	
	Salvinia sp.							x								
	Cyperus sp.				x						x					
	Eleocharis sp.				x											
	Juncus sp.				x									x		
Enraizada emergente	Utricularia sp.				x											
	Polygonum sp.										x		x		x	
	Scirpus sp.				x									x		
	Typha sp.		x		x			x						x		
	Paspalum sp.	x			x	x		x	x		x	x		x	x	x
	Jussiea sp.															
	Chara sp.			x				x		x				x		
	Egeria sp.			x				x		x				x		
Enraizada sumergida	Hydrilla sp.			x		x		x		x				x		
	Hydrocotyle sp.			x				x		x				x		
	Potamogeton sp.			x				x		x				x		
	Myriophyllum sp.			x				x		x				x		

x = acción total

Conclusiones

- Los habitats de agua dulce son muy importantes, dado que constituyen una parte activa del ciclo hidrológico, y porque son fuente de agua potable, alimento y recreación; es por ello que se deben tomar medidas prácticas para estabilizar y retardar los procesos de envejecimiento de un embalse y una de ellas es el control de plantas acuáticas.
- La vegetación acuática es una fase de transición entre el habitat netamente acuático y el terrestre, y se considera como un componente vital dentro del ecosistema acuático.
- Bajo determinadas condiciones ambientales, como el exceso de nutrientes, las plantas acuáticas propician la infestación de un embalse, impidiendo el uso adecuado del agua (pesca, navegación, agua potable, natación etc.). Ante esta problemática resulta necesario poner en marcha un plan en dos etapas para controlar las malezas:
 - I. De control preventivo: es la más importante; se realiza cuando aun el problema tiene una solución muy sencilla.
 - II. De aplicación de medidas severas para el combate de malezas: cuando se ha llegado al extremo de un problema con serias repercusiones ambientales, sociales y económicas.
- Los métodos actuales de control y sus características básicas son:
 - El biológico, que aplicado con eficiencia da como resultado una disminución de las poblaciones de plantas indeseables sin eliminarlas totalmente, lográndose un equilibrio armonioso;

pero para llegar a esta cima, han de colaborar otros factores ambientales. Este sería el método ideal, porque se basa en la interacción de elementos naturales, pero aún faltan muchos estudios para aplicarlo.

- El mecánico, que significa una de las mejores alternativas actuales. Un ejemplo sería el caso particular del lirio (*Eichhornia crassipes*) que al ser triturado se degrada en el agua. Como este tratamiento es lento, el hundimiento de los pedazos es paulatino, de modo que no se produce un abatimiento brusco de oxígeno; además, se debe recordar que el lirio tiene un 94% de agua. Otros métodos mecánicos como las cosechadoras, no ofrecen iguales resultados, ya que al dejar al lirio en las orillas de los canales y presas (y no ser utilizado en otra cosa), vuelve al agua por medio de la lluvia o cuando sube el nivel del agua.
- El químico es sin lugar a dudas un método muy controvertido; mientras que para unos autores el uso de herbicidas es sinónimo de catástrofe, para otros es una panacea que evitará la infestación. Todo depende del abuso o uso que se les sepa dar; podrá ser una herramienta útil cuando se aplique con moderación. A pesar de los minuciosos experimentos de los fabricantes de herbicidas, aún se desconocen muchas de sus características y los efectos que producen tanto en los seres vivos como en la calidad del medio ambiente a la larga, después de aplicaciones constantes.
- Todos los métodos ofrecen ventajas y desventajas, por lo que se deben evaluar detenidamente en cada caso particular; algunas veces será mejor

usar un solo método, en tanto que en otras lo más ventajoso será combinarlos.

- Aun queda un largo camino para comprender mejor a las macrofitas acuáticas y poderlas manejar provechosamente.

Referencias

- Bartley, R. Thomas *et. al.* *Aspectos ecológicos del combate de las plantas acuáticas*, Subsecretaría de Agricultura y Operación, 1977.
- Ciba Geigy. "Productos fitosanitarios", Suiza, 1984.
- Contreras, M. R, *et. al.*, "Inventario Nacional de malezas acuáticas y su distribución", CIECCA, México, 1977.
- De la Jara, Fernando. "Curso de orientación para el buen uso y manejo de los plaguicidas", México, 1985.
- Escobar, Cruz Emilio. *Manual para el control químico de las malezas acuáticas*, SARH, México.
- García, S. J. "Plaguicidas", OPS/OMS, México, 1986.
- Gidi, David Alfredo. "Reporte interno, Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología", México D. F., 1985.
- Martínez, Patricia. "Uso de las cosechadoras mecánicas aqua marine, para el control de las malezas acuáticas", Seminario-taller control y aprovechamiento del lirio acuático", México, 1988.
- Monsalvo, Trujano José. "Cosecha del lirio acuático", Seminario-taller control y aprovechamiento del lirio acuático", México, 1987.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. "Comisión del Plan Nacional Hidráulico", SARH, México, 1981.
- ¹ Se agradece profundamente a todas las personas que cooperaron con información para elaborar este artículo. A OPFAC, Ciba-Geigy, Dow Química Mexicana, Du Pont ICI de México, Monsanto, Sandoz Agrícola. Así como a María Dolores Cabrera Rocha, a José Alvarez y a Enrique Soto Reséndiz.