

Perspectivas y limitaciones para el control biológico de malezas en América Latina

Julio C. Medal¹

Las malezas, plantas que crecen en lugares donde no se quiere, pueden causar reducciones significativas en los rendimientos de los cultivos y el desplazamiento de la vegetación nativa en áreas de conservación. Las malezas pueden causar en promedio hasta el 10% de reducción en los rendimientos de los cultivos en países desarrollados, y un promedio de hasta 20-30%, o aún más elevado, en las regiones de centro y sur América. Herbicidas químicos y remoción manual son los métodos actualmente más usados para control de malezas en los cultivos en Florida y la región latinoamericana, respectivamente. El control biológico de malezas, usando principalmente insectos y patógenos en menor grado, se ha llevado a cabo tradicionalmente en países desarrollados como los Estados Unidos, Australia, Canadá, Africa del Sur, y Nueva Zelandia, en su mayor parte en situaciones de pastizales, en áreas de conservación, y en sistemas acuáticos. Entre los ejemplos mas conocidos de proyectos de control biológico exitosos se considera el control del cacto espinoso, *Opuntia stricta* Haworth (Cactaceae) en Australia por larvas de la mariposa *Cactoblastis cactorum* Berg (Lepidoptera: Pyralidae) introducida de Argentina a inicios de 1920. Un ejemplo muy conocido de control biológico clásico de malezas en el noroeste de los Estados Unidos es 'Klamath' o 'San Johnswort', *Hypericum perforatum* L. (Clusiaceae) por dos escarabajos europeos defoliadores de hojas: *Chrysolina quadrigemina* (Suffrian) y *Chrysolina hyperaci* (Forster) de Australia a mediados de 1940. En la Florida, un ejemplo de un proyecto exitoso de control biológico es la introducción de Argentina del escarabajo, *Agasicles hygrophila* Selman y Vogr (Coleoptera: Chrysomelidae) para controlar la maleza 'alligator', *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb (Amaranthaceae) en sistemas acuáticos. El interés en el control biológico de malezas usando insectos y patógenos ha aumentado considerablemente a nivel mundial durante la última década debido a una mayor preocupación por el público acerca de los efectos negativos de los pesticidas en el ambiente, una mayor demanda del público por productos agrícolas libre de pesticidas, la reducción del número de pesticidas registrados, y el desarrollo de resistencia de las malezas a los herbicidas comúnmente usados (Ahrens et al. 1981, Morrison et al. 1989, Powles y Howat 1990). Julien y Griffiths (1998) en su catálogo sobre los agentes de control biológico usados y sus malezas blancos, registraron 949 liberaciones que implican por lo menos 350 organismos contra 133 malezas en 1996. De las cuales, 41 (31%) son consideradas como exitosamente controladas.

Las mayores ventajas del control biológico incluyen la alta especificidad o rango estrecho de hospedero, los impactos negativos mínimos en otros organismos no blancos, no contaminan el ambiente, el control dura largo plazo y es sustentable por si mismo, y relativamente económico. Las desventajas del control biológico de malezas con insectos incluyen la alta especificidad particularmente en situaciones de cultivos anuales donde generalmente varias especies de malezas aparecen simultáneamente en el mismo campo, un tiempo largo (a veces hasta 3-5 años) para llegar a establecerse y los efectos en la población de la maleza lleguen a ser evidentes, e incluso el agente que llega a establecerse puede que no sea suficiente para suprimir la población de la maleza. Otra mayor limitación al uso del control biológico de malezas se relaciona con el 'conflicto de intereses'. Una planta considerada una maleza para un grupo de personas, puede ser una planta benéfica para otros.

Proyectos de Control Biológico de Malezas en la Florida

Los esfuerzos iniciales de control biológico clásico de malezas en la Florida fueron empezados a inicios de 1960 por investigadores del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA-ARS) para controlar la maleza acuática originaria de Suramerica, 'alligator' *Alternanthera philoxeroides* (Buckingham 1994). Uno de los enemigos más efectivos introducido de Argentina para controlar esta maleza fué el escarabajo *Agasicles hygrophila* (Coleoptera: Chrysomelidae). Este insecto fué el primero en ser liberado en 1965 en el norte de la

¹ University of Florida Entomology & Nematology Department. POB 110620 Gainesville, Florida 32611. USA. E-mail: medal@gnv.ifas.ufl.edu

Florida y el control de la maleza fué tan evidente que en 1968 el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos discontinuó todas las aplicaciones de herbicidas contra 'alligator' en la Florida (Buckingham 1994). El gran éxito con esta maleza tuvo como resultado la iniciación de proyectos de control biológico con otras malezas invasoras acuáticas tales como el 'lirio de agua' *Eichhornia crassipes* Solms Laubach (Pontederiaceae), la 'lechuga de agua', *Pistia stratiotes* L. (Araceae), e hydrilla, *Hydrilla verticillata* (L.) Royle (Hydrocharitaceae).

El lirio de agua es nativo de Suramerica, y es considerada la planta acuática más invasora a nivel mundial (Holm et al. 1977). Los picudos *Neochetina eichhorniae* Warner y *Neochetina bruchi* Hustache fueron descubiertos en Argentina y liberados por primera vez en los Estados Unidos en 1972 y 1974, respectivamente (Center 1982). La pequeña mariposa *Niphograptus (Sameodes) albigutalis* Warren (Lepidoptera: Pyralidae) también originaria de Argentina fué liberada en el campo en 1977 (Center y Durden 1981). En la Florida, el efecto combinado de esos insectos al alimentarse del lirio de agua generalmente no resulta en mortalidad directa de las plantas, sino que causa una disminución en la tasa de crecimiento de las plantas y plantas más pequeñas que son altamente susceptibles a las bajas temperaturas del invierno y a infecciones de hongos. (Center et al. 1997a). Por el contrario, un control altamente efectivo del lirio de agua ha sido reportado en otros países (Julien y Griffiths 1998).

En relación a la lechuga de agua no se sabe con certeza cual es su origen. Se argumenta que es nativa de Suramerica, pero también hay quienes consideran que puede ser originaria de los trópicos del viejo mundo. Esta maleza acuática flotante continua siendo un problema serio en muchas regiones del mundo. Un pequeño picudo *Neohydronomus affinis* Hustache (Coleoptera: Curculionidae) originario de Brasil fué liberado en Florida en 1987 para control de la lechuga de agua (Center et al 1997a, DeLoach 1997). Aunque la maleza fué exitosamente eliminada en tres de los cuatro sitios de liberación iniciales en Florida, en un período de 18 a 30 meses después de su liberación, los resultados obtenidos en otras localidades no han sido muy exitosos (Julien y Griffiths 1998).

Hydrilla es una planta acuática sumergida que fué introducida en la Florida en 1950 por la industria de plantas para acuarios (Schmitz et al. 1991). Hydrilla podría llegar a convertirse en la maleza más invasora en los ríos y canales de agua en los Estados Unidos y Canadá. Esta maleza es originaria del sur de Asia, Australia, y centro de Africa. Durante el período de 1987 a 1991, cuatro insectos (2 dípteros y dos picudos) fueron liberados por el USDA-ARS en cooperación con el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (Balciunas et al. 1996, Grodowitz et al. 1996). Los dos picudos no lograron establecerse en Florida porque ellos requieren fluctuaciones en los niveles de agua para poder completar su desarrollo (Grodowitz et al. 1996). Solamente la mosca asiática *Hydrellia pakistanae* Deoniers, minadora de hojas logró establecerse en cuatro estados incluyendo Florida, y se esta difundiendo a otras localidades (Center et al. 1997b). La búsqueda por agentes adicionales que puedan ser efectivos continua por investigadores del USDA.

Las actividades de investigación de control biológico con árboles no nativos tales como el 'árbol de paperbark', *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) Blake (Myrtaceae) y el 'pimiento brasileño', *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) en el sur de Florida fueron iniciados en los 1970 y 1980, respectivamente. *Melaleuca* se introdujo de Australia como ornamental en la Florida a principios de 1900 (Turner. et al 1998). La infestación en el sur de Florida ha sido estimada en aproximadamente 2000 km² (cerca de 500,000 acres) de tierras pantanosas principalmente en los 'Everglades' y en el parque 'Ciprés'(Bodle. et al. 1994). Las exploraciones al extranjero (Australia, lugar de origen de la maleza) en busca de agentes potenciales para control biológico se iniciaron a fines de 1970 (Habeck 1981). El primer agente contra *Melaleuca* fué el picudo defoliador *Oxyops vitiosa* Pascoe (Coleoptera: Curculionidae) que se liberó en Abril 1997, y su establecimiento ha sido confirmado en por lo menos 13 localidades en la Florida. La solicitud para la liberación en el campo de un segundo agente el psyllid *Boreioglycaspis melaleucae* Moore (Heteroptera: Psyllidae) fué aprobado y se espera que sea liberado en Florida probablemente durante el próximo año (G. Buckingham comunicación personal).

El pimiento brasileño fué introducido en el sur de Florida como un árbol ornamental en los 1840, y se ha

convertido en una maleza altamente invasora en las áreas naturales de Florida, Hawaii, y otras regiones del mundo (Schmitz et al. 1991). Por lo menos cuatro insectos fueron identificados como posibles agentes potenciales para control de este árbol en las exploraciones que fueron llevadas a cabo en Brasil (Bennett y Habeck 1991). La avispa brasileña *Heteroperreyia hubrichi* Malaise (Hymenoptera: Pergidae), y los thrips *Pseudophytothrips ichini* Hood (= *Liothrips ichini*) (Thysanoptera: Phlaeothripidae) fueron estudiados en Brasil y en la cuarentena en Gainesville, Florida, resultando altamente específicos atacando únicamente el género *Schinus* (Medal et al. 1999b. Medal datos no publicados). La avispa fue aprobada para ser liberada en el campo en Florida, y se encuentra actualmente bajo evaluaciones adicionales (pruebas de posible toxicidad al ganado) del riesgo potencial debido al contenido en las larvas de toxinas que pueden ser tóxicas a animales que puedan ingerir las larvas. Pruebas adicionales con los thrips fueron finalizadas en el 2001 y se espera que este insecto sea liberado probablemente el próximo año. Un enrollador de hojas (Tortricidae) y un formador de agallas en las hojas (Psylidae) están siendo evaluados en Brasil y en Florida.

La primera maleza de pastizajes que ha sido blanco para control biológico en Florida es «tropical soda apple», *Solanum viarum* Dunal (Solanaceae). Esta maleza es nativa de suramérica, y fué descubierta en el sur de la Florida a mediados de 1980. Este arbusto espinoso se ha diseminado rápidamente durante la década de 1990, y se ha encontrado en ocho otros estados. El medio principal de dispersión de esta maleza perenne a áreas no infestadas es principalmente por medio del ganado y animales silvestres (venados, mapaches, pájaros) que se alimentan de la fruta madura. La búsqueda de enemigos naturales de 'tropical soda apple' se comenzó en junio de 1994 (Medal et al. 1996), y los estudios para determinar el rango de hospedero se iniciaron el diciembre 1996 (Medal et al. 1999a). Los muestreos de insectos en la región de origen (sur de Brasil, noroeste de Argentina, y Paraguay) de la maleza han revelado por lo menos seis agentes potenciales para control biológico (Medal et al. 2000). Las pruebas de alimentación con los crisomélidos defoliadores *Metriona elatior* Klug y *Gratiana boliviana* Spaeth indicaron una alta especificidad, y que las larvas y adultos de éstos escarabajos pueden causar daños significativos al alimentarse de las hojas de esta maleza (Medal et al. 1999a, Medal 2001). Las pruebas de especificidad con cuatro otros candidatos potenciales para control biológico incluyen el picudo que se alimenta de los botones florales *Anthonomus tenebrosus* Boheman (Coleoptera: Curculionidae), un escarabajo defoliador, *Platyphora* sp (Coleoptera: Curculionidae), un enrollador de hojas (Lepidoptera: Pyralidae), y un perforador del tallo (Diptera: Agromyzidae) que serán estudiados una vez que se obtengan el número de insectos requeridos para la pruebas de especificidad.

Perspectivas y limitaciones para la implementación del control biológico de malezas en Latinoamérica.

El potencial para el control biológico de malezas en Latinoamérica es grande. Los éxitos recientes de proyectos llevados a cabo en países desarrollados se pueden aplicar también en áreas de conservación, sistemas acuáticos, y pastizajes en los países en vías de desarrollo. Debido a la complejidad y la diversidad de ecosistemas agrícolas practicados por agricultores en Centro y Suramérica, las opciones para el manejo de malezas deben basarse en la integración de los métodos más apropiados incluyendo las prácticas culturales tradicionales (rotación de cultivos, cultivos intercalados, densidad de plantas, no laboreo) que podrían promover el crecimiento de las plantas cultivadas para competir exitosamente con las malezas; integrado con prácticas mecánicas y/o manuales, métodos químicos (herbicidas), y con métodos de control biológico usando insectos y/o patógenos introducidos.

El control biológico de malezas utilizando insectos y/o patógenos ha sido muy poco practicado en los países latinoamericanos. Chile puede considerarse el pionero en Latinoamérica. Actividades en este campo fueron iniciadas en 1952 contra la maleza invasora *Hypericum perforatum* L. (Clusiaceae), con la cual se logró un control efectivo. Proyectos contra otras malezas como *Rubus constictus* Lepeure & Mueller (Rosaceae), *Rubus uifolius* Schott, *Galega oicinalis* L. (Fabaceae), and *Ulex europaeu* L. (Fabaceae) fueron iniciados en los 1970 y su control no ha sido efectivo a moderadamente exitoso (Julien & Griffiths 1998). Esfuerzos de investigación en Chile contra malezas invasoras no nativas continúan. Los esfuerzos de investigación llevados cabo en Argentina y Brasil desde los 1960 hasta la época actual han sido proyectos de cooperación con Estados Unidos,

Australia, Africa del sur y otros países en busca de agentes potenciales para control de malezas invasoras en los países más desarrollados mencionados. El único caso en Argentina de un esfuerzo realizado para control de un problema de una maleza invasora en Argentina fué con el «lirio de agua». *Neochetina bruchi* fué llevado de la provincia de Buenos Aires a la «Rioja» en el centro-oste del país, donde después de 6 años la infestación de esta maleza fué reducida del 50% a un 8% solamente (Deloach y Cordo 1983). Un caso similar de éxito de control con lirio de agua ha sido obtenido en los últimos años con *N. bruchi* y *N. eichhorniae* en el estado de Sinaloa, México. Actualmente más de 6.000 hectáreas de agua infestadas en Sinaloa están completamente controladas o en proceso de control (más del 97% de las plantas en los embalses de agua). En la actualidad se están llevando los Neochetinos al estado de Sonora y otros regiones tratando de llegar a liberar estos insectos en la mayor parte de las 100.000 hectáreas infestadas con lirio acuático en México. (Boletn IOBC-SRN-Junio 1999, Alejandro Pérez Panduro comunicación personal). Los esfuerzos de investigación en esta área en Brasil contra problemas locales fueron orientados al inicio a la búsqueda de enemigos naturales nativos contra plantas invasoras Brasileñas. En el 2000, se ha incrementado el interes por iniciar la búsqueda de enemigos naturales en el extranjero para combatir malezas invasoras no nativas (tal como *Tecoma stans*, Bignoniaceae) y nativas (*Senecio brasilensis*, Asteraceae).

Algunas de las malezas más importantes de los cultivos agrícolas en Latinoamérica son: *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae; conocida como coyolillo en Centroamérica, coquito en Colombia), *Amaranthus spinosus* L. (Amaranthaceae; nombre común: bledo en Centroamérica), *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) (Poaceae; conocida como 'La caminadora' en Centroamérica), *Sorghum halapense* L. (Poaceae; Johnsongrass), *Bidens pilosa* L. (Compositae; mozote en Centroamérica), *Sida rhombifolia* L. (Malvaceae; escobilla en Centroamérica), y *Portulaca oleracea* (verdolaga en Centroamérica (CATIE 1990, Zimdahl 1993, Salazar y Guerra 1996). Consideramos que las malezas previamente indicadas como las más invasoras en los cultivos agrícolas de Centro y Suramerica son 'blancos' apropiados para control biológico clásico porque ellas causan daños económicos significativos que justifican los costos de investigación. Algunos esfuerzos usando patógenos como agentes para control biológico de malezas en Latinoamérica han sido iniciadas por el CABI del Reino Unido y el CATIE en Costa Rica para control de la gramínea 'La caminadora'. Los resultados actuales son alentadores y se espera muy pronto disponer de un hongo 'carbon' para control de esta maleza (P. Harris comunicación personal). Los costos para aplicar los programas de control biológico en la región se pueden reducir significativamente vía 'la ruta corta' (Harley y Forno 1992) que utiliza la tecnología existente que ha tenido éxito en otras regiones del mundo. Los factores limitantes más importantes para la implementacion del control biológico de malezas en los países en vias de desarrollo incluyen entre otros 1) La falta de recursos económicos, 2) El casi no existente personal entrenado, y 3) El número limitado de edificios de cuarentena que existen solo en algunos países (Brasil, Chile, Honduras, México,) de la región. Los esfuerzos de cooperación entre los países desarrollados y aquellos en vias de desarrollo deben aumentarse para poder superar las mayores limitaciones que actualmente existen para poder iniciar e implementar proyectos de control biológico en la región. En conclusión, existe un enorme potencial para llevar a cabo proyectos de investigación en control biológico de malezas en América Latina.

Literatura citada

- Ahrens, W.H., L.M. Wax, and E.W. Stoller. 1981. Identification of triazine-resistant *Amaranthus* spp. Weed Sci. 29: 345-348.
- Balciunas, J.K., D.W. Burrows, and M.F. Purcell. 1996. Australian surveys (1985-1992) for insect biological control agents of *Hydrilla verticillata*. Technical Report A-96-5, U.S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.
- Bennett, F.D., and D.H. Habeck. 1991. Brazilian peppertree -prospects for biological control in Florida, pp. 23-33. In T.D. Center, R.F. Doren, R.F. Hofstetter, R.L. Myers, and L.D. Whiteaker (eds.), Proceedings, Symposium on Exotic Pest plants, 2-4 November 1988, Miami, FL. U.S. Department of the Interior, National Park Service, Washington, DC.
- Bodley, M.J., A.P. Ferriter, and D.D. Thayer. 1994. the biology, distribution, and ecological consequences of *Melaleuca quinquenervia* in the Everglades, pp. 341-355. In Everglades: The Ecosystem and its Restoration (S.M. Davis and J.C. Ogden eds.). St Lucie Press, Delray Beach, Florida.
- Buckingham, G.R. 1994. Biological control of aquatic weeds, pp 414-480. In Pest Management in the Subtropics. Biological Control-a Florida Perspective. (D.Rosen, F.D. Bennett, and J.L. Capinera eds.). Lavoiser Publishing Inc. New York.
- CATIE-Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de maíz.

Informe técnico No. 152. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 88 p.

- Center, T.D., 1982. The waterhyacinth weevils *Neochetina eichhorniae* and *N. bruchi*. *Aquatics* 4: 8-19.
- Center, T.D., and W.C. Durden. 1981. Release and establishment of *isameodes albiguttalis* for the biological control of waterhyacinth. *Environ. Entomol.* 10: 75-80.
- Center, T.D., J.H. Frank, and F.A. Dray, jr. 1997a. Biological control, pp. 245-263. In D. Simberloff, D.C. Schmitz, and T.C. Brown (eds.), *Strangers in paradise: impact and management of nonindigenous species in Florida*. Island Press, Washington, DC.
- Center, T.D., M.J. Grodowitz, A.F. Cofrancesco G., Jubinsky, E. Snoddy, and J.E. Freedman. 1997b. Establishment of *Hydrellia pakistanae* (Diptera: Ephydriidae) for the biological control of the submersed aquatic plant *Hydrilla verticillata* (Hydrocharitaceae) in the southeastern United States. *Biol. Control* 8: 65-73.
- DeLoach, C.J., y H.A. Cordo. 1983. Control of waterhyacinth by *Neochetina bruchi* (Coleoptera: Curculionidae: Bagoiini) in Argentina. *Environ. Entomol.* 12: 19-23
- DeLoach, C. J. 1990. Terrestrial weeds, pp. 157-165. In: D.H. Habeck, F.D. Bennett, and J.H. Frank (eds.). *Classical biological control in the southern United States*. Southern Coop. Ser. Bull. No. 355. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Gainesville, FL.
- DeLoach, C.J. 1997. Biological control of weeds in the United States and Canada, pp. 172-194. In: J.O. Luken and J.W. Thieret (eds.). *Assessment and management of plant invasions*. Springer-Verlag, New York.
- Grodowitz, M.J., T.D. Center, A.F. Cofrancesco, and G.R. Buckingham. 1996. Management of hydrilla with insect biological control agents. *Aquatic Plant Control Research Program, Vol. A-96-1*, U.S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station. Vicksburg, MS.
- Habeck, D.H. 1981. Potential for biological control of melaleuca, pp.125-128. In *Proceedings of Melaleuca Symposium*, (R.K. Geiger ed.), 1980. Fort Myers, Florida. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Forestry.
- Harley, K.L., and I.W. Forno. 1992. *Biological control of weeds. A handbook for practitioners and students*. Inkata Press. Melbourne, Australia. 74 p.
- Holm, L.G., D.L. Plucknett, J.V. Pancho, and J.P. Herberger. 1997. *The worlds worst weeds*. University Press of Hawaii, Honolulu.
- Julien, M.H., and M.W. Griffiths. 1998. *Biological Control of Weeds. A World Catalogue of agents and their Target Weeds*. 4th edn. CAB International. Queensland, Australia. 223 p.
- Medal, J.C., R. Charudattan, J.J. Mullahey, and R.A. Pitelli. 1996. An exploratory insect survey of tropical soda apple in Brazil and Paraguay. *Florida Entomol.* 79: 70-73.
- Medal, J.C., R.A. Pitelli, A. Santana, R. Gravena, and D.H. Habeck. 1999a. Host specificity of *Metronia elatior* Klug (Coleoptera: Chrysomelidae), a potential biological control agent of tropical soda apple, *Solanum viarum* Dunal (Solanaceae) in the United States. *Biocontrol* 44: 421-436
- Medal, J.C., M.D. Vitorino, D.H. Habeck, J.L. Gillmore, J.H. Pedrosa. And L.P. de Sousa. 1999b. Host specificity of *Heteroperreyia hubrichi* Malaise (Hymenoptera: Pergidae), a potential biological control agent of Brazilian peppertree (*Schinus terebinthifolius* Raddi). *Biological Control* 14: 60-65.
- Medal, J.C., D. Gandolfo, R.A. Pitelli, A. Santana, J. Cuda, and D. Sudbrink. 2000. Progress and prospects for biological control of *Solanum viarum* in the USA, pp.627-631. In *Proceedings X International Symposium Biological Control of Weeds, 4-9 July 1999*. Bozeman, Montana. (N. Spencer and R. Nowerski eds.). USDA-ARS/University of Montana.
- Medal, J.C, D. Sudbrinks, D. Gandolfo, D. Ohashi, and J.P. Cuda. 2001. *Gratiana boliviana*, a potential biocontrol agent of *Solanum viarum*. Quarantine host-specificity testing in Florida and field surveys in South America. *BioControl* 46: 1-17.
- Morrison, I.A., B.G. Todd, and K.M. Nawolsky. 1989. Confirmation of trifluralin-resistant green foxtail (*Setaria viridis*) in Manitoba. *Weed Technol.* 3: 544-551.
- Powles, S.B., and P.D. Howat. 1990. Herbicide-resistant weeds in Australia. *Weed Technol.* 4:178-185.
- Salazar, L.C., and F.A. Guerra. 1996. Selectividad y eficacia del nicosulfuron para el control de malezas en maíz. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 42: 31-38.
- Schmitz, D.C., B.V. Nelson, L.E. Nall, and J.D. Schardt. 1991. Exotic aquatic plants in Florida: a historical perspective and review of the present aquatic plant regulation program, pp. 303-326. In T.D. Center, R.F. Doren, R.L. Hofstetter, R.L. Myers, and L.D. Whiteaker (eds.), *Proceedings, Symposium on Exotic Pest plants, 2-4 November 1988*, Miami, FL. U.S. Department of the Interior, National Park Service, Washington, DC.
- Turner, C.E., T.D. Center, D.W. Burrow, and G.R. Buckingham. 1998. Ecology and management of *Melaleuca quinquenervia*, an invader of wetlands in Florida, U.S.A. *Wetland Ecology and Management* 5: 165 178.
- Zimdahl, R.L. 1993. *Fundamentals of Weed Science*. Academic Press, Inc. San Diego, California. 450 p.