



INFORME FINAL

INVESTIGACIÓN SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA INVASORA ARUNDO DONAX (CARRIZO GIGANTE) EN LA CUENCA DEL RÍO BRAVO.

**Investigation of the Distribution of the Invasive Weed *Arundo
donax* (Carrizo Gigante) in the Rio Grande Basin.**

Project No. 6204 -22000-019-10S

Proyecto de Colaboración USDA – PNE

**Biól. Alberto Contreras – Arquieta
Pronatura Noreste, A. C.**

Loma Larga No. 235, Col. Loma Larga
64710 Monterrey, Nuevo Leon, México.

Tel. +52 (81) 8345-10-45, Ext. 26

e-mail: acontrerasa@pronaturane.org

**INVESTIGACIÓN SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA INVASORA
ARUNDO DONAX (CARRIZO GIGANTE) EN LA CUENCA DEL RÍO BRAVO.**

**Investigation of the Distribution of the Invasive Weed *Arundo donax* (Carrizo Gigante)
in the Rio Grande Basin.**

Project No. 62042200001910S

Proyecto de Colaboración USDA–PNE

Biól. Alberto Contreras – Arqueta

Pronatura Noreste, A. C.

Loma Larga No. 235, Col. Loma Larga

64710 Monterrey, Nuevo Leon, México.

Tel. +52 (81) 8345-10-45, Ext. 26

e-mail: acontrerasa@pronaturane.org

Resumen : Se elaboró un diagnóstico sobre la distribución geográfica del carrizo gigante, *Arundo donax*, especie de maleza exótica, en la Cuenca del Río Bravo, Noreste de México, de Mayo 2007 a Septiembre 2007, donde realizamos 50 visitas de campo para localizar las poblaciones del carrizo gigante y en cada sitio se obtuvo cuando era posible, la cobertura y la densidad, una muestra para el análisis genético, 2 muestras de plantas para herbario y fotografía digital para observar producción de brotes, caña nueva y floración además de sus coordenadas con un GPS Garmin III. Un total de 120 sitios con 381 registros puntuales o parches, que oscilan entre 1 hasta 30,000 m². Un total de 50 sitios visitados potenciales fueron negativos a la presencia de *Arundo*, pero por la cercanía a sitios con carrizo, pueden ser susceptibles de la invasión. Se encontraron 14 sitios con presencia de carrizo nativo, *Phragmites australis*; en dos sitios existe la posibilidad de hibridación. La cobertura total de *Arundo donax* asciende a más de 112,254 m², es decir 112.4 ha de carrizo gigante y una densidad promedio de 43 cañas por metro cuadrado. La temperatura oscila entre 23.3 hasta 46.0 °C, la humedad relativa fue de 20 hasta el 100 % y la altura encontrada fue desde 108 hasta 2051 m.s.n.m.

Introducción.

La introducción de especies invasoras, carrizo gigante *Arundo donax*, es una de las amenazas con mayor impacto que enfrentan actualmente los ecosistemas y sus especies nativas, principalmente las especies endémicas, las amenazadas y en peligro de extinción en México. La introducción de éstas puede causar graves daños a los ecosistemas terrestres y acuáticos, provocando desequilibrios ecológicos entre las poblaciones silvestres, cambios en la composición de especies y en la estructura trófica, pérdida de biodiversidad y reducción de la diversidad genética (CONABIO, programa de especies invasoras, 2006).

El carrizo gigante, *Arundo donax*, es una de las plantas invasoras de humedales más agresivas y difíciles de erradicar, se propaga fundamentalmente de manera asexual, principalmente por tallo y rizomas. La propagación vegetativa generalmente ocurre durante las lluvias de invierno, provocando el desplazamiento de las especies nativas, representando una fuerte amenaza para los ecosistemas, modificando la estructura y composición de especies en las zonas riparias, incrementando las posibilidades de incendios en esas zonas, disminuyendo la diversidad de las especies nativas de flora y fauna.

En México, esta especie se puede encontrar formando grandes poblaciones en humedales o bordeando cuerpos de agua, donde se sabe que ha ocasionado problemas con la agricultura y ganadería, más sin embargo, es ampliamente utilizada por las comunidades mexicanas, utilizando el tallo y las hojas para la fabricación de artesanías como flautas, cestos, canastas, chiquihuites, tapetes de piso, etc. El tallo también es empleado para construir cercas, jacales y techos; más frecuentemente se le da un uso decorativo en los jardines.

La importancia de este estudio es que como el carrizo gigante tiene un gran evapotranspiración del agua y siendo el Noreste de México, una zona árida y semiárida, donde la falta de agua superficial es notable, la presencia de esta especie agravaría más el problema en los próximos 20 años, desecando ríos y arroyos, modificando flujos en las corrientes, transformación del hábitat, etc. por lo que conocer su distribución, nos permitirá tomar medidas precautorias para control y erradicación y evitar su expansión.

Antecedentes .

Identificación del carrizo gigante, *Arundo donax*: Gramínea perenne, con un tallo delgado, resistente, que puede medir de 2 hasta 6 m de altura, semejante al bambú, rizomas gruesos, nudosos, las plantas forman densas colonias. Hojas alargadas uniformemente esparcidas en dos hileras a lo largo del tallo, sin vellosidades. Láminas gruesas, planas, alargadas, ásperas en los márgenes, las hojas más grandes pueden tener una anchura de 4 a 7 cm. La inflorescencia es densa, constricta, panícula de 25 a 60 cm de largo, con muchas flores. Espiguillas sobre todo con dos a cuatro flores, 10-15 milímetros de longitud, cortas, los empalmes sin vellosidades del eje central. Glumas delgadas, casi iguales, irregularmente con tres o más nervios. Lemmas delgadas, con 3 a 5 nervios largos, vellosidades cortas sobre las venas. Las plantas producen semillas inviables de septiembre a noviembre, pero esto puede variar según las condiciones climáticas, ya que pueden empezar a florear en mayo (Figura 1).

Una búsqueda en diversas fuentes de bases de datos como NaturServe, CONABIO, MOBOT, etc., encontramos 138 registros de carrizo gigante para México (Figura 2), y de ellos, solo 22 son reportados para los Estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Solo como un estudio general sobre la distribución del carrizo gigante en la República Mexicana, que cuenta con 31 estados y un Distrito Federal, solo Aguascalientes y Baja California Sur y Zacatecas, aparentemente son los únicos Estados sin poblaciones de *Arundo donax*. En la figura 2, se presenta la distribución general del carrizo gigante (círculos verdes), y se agregan registros no formales en Baja California, Campeche, Chiapas, Coahuila, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas (círculos rojos) y a lo largo de Río San Juan, Río Rodríguez, Río Salado, entre otros que confluyen en el Río Bravo internacional (líneas azules).

Por una iniciativa de Pronatura Noreste, Universidad de Texas y The Nature Conservancy, en conocer la distribución del carrizo gigante en el Valle de Cuatro Ciénegas, zona rica de endemismos (superior a 77 especies de flora y fauna) y con más de 1200 especies, el U.S. Fish & Wildlife Service apoyo a búsqueda y posibles métodos de control y erradicación en el 2006 En este estudio se encontraron 65 sitios con una superficie mayor a 5 ha de extensión (Figura 3).



Figura 1. Carrizo gigante, *Arundo donax*: Planta, rizomas, florescencia, tallos con su hoja, nótese las ondulaciones características en la base de esta.



Figura 2. Distribución del carrizo gigante, *Arundo donax*, en México. Los puntos verdes son ejemplares en herbario y los puntos rojos son localidades observadas

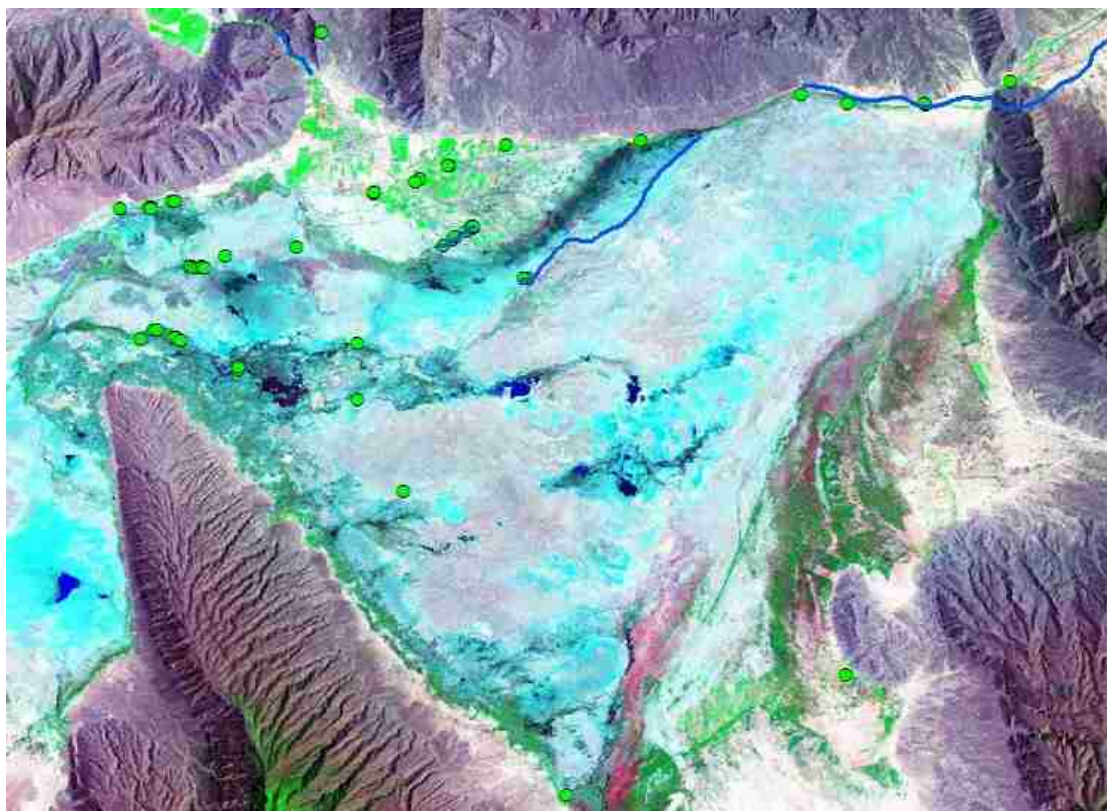


Figura 3. Distribución del carrizo gigante, *Arundo donax*, en el Valle de Cuatro Ciénegas, Coahuila.

Objetivos .

1.- Analizar la información para determinar la distribución y densidad del carrizo gigante en la Cuenca del Río Bravo, Noreste de México abarcando parte de los Estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

2.- Obtener coordenadas geográficas con GPS de los sitios con presencia de carrizo gigante, para elaborar un sistema de información geográfica (SIG), con los registros históricos y recientes de este estudio.

3.- Obtener muestras de cada sitio para el estudio del análisis genético y conocer el centro de origen mediterráneo de invasión, así mismo, muestras de plantas para herbario e imágenes digitales, con énfasis al panorama general, producción de caña y brotes nuevos, la floración si presenta y las ondulaciones basales de las hojas.

Metodología .

Las poblaciones localizadas del carrizo gigante *Arundo donax* , se georreferenciaron con un GPS Garmin Serie III, se tomaron muestras para hacerles un análisis genético (por parte del USDA) y conocer el origen y procedencia de esta especie invasora y buscando sus enemigos naturales para su control

En ciertos sitios, dado el análisis de las imágenes Quickbird, proporcionabas la posible presencia de carrizo, lo que se hizo es la verificación en campo para saber si es carrizo gigante o otra especie de carrizo o planta.

De cada localidad o sitio, se tomaron dos muestras de plantas para herbario, mismas que serán depositadas en alguna de las siguientes instituciones: herbario colección científica de la Facultad de Ciencias Biológicas, Herbario de la Facultad de Forestales, ambas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, y herbario de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Los parámetros de temperatura ambiental y la humedad relativa fueron tomadas con una estación meteorológica marca Acurite, Modelo 00973 Se tomaron fotografía digital de cada sitio, observando brotes nuevos, producción de caña nueva, la floración cuando está presente y la base de las hojas.

Área de Estudio .

El área de estudio comprende la Cuenca del Río Bravo, Noreste de México, parte de los Estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (Figura 4). Las aguas de esta región del Río Bravo, abastece a más de 10 millones de habitantes en ambos lados de la frontera.

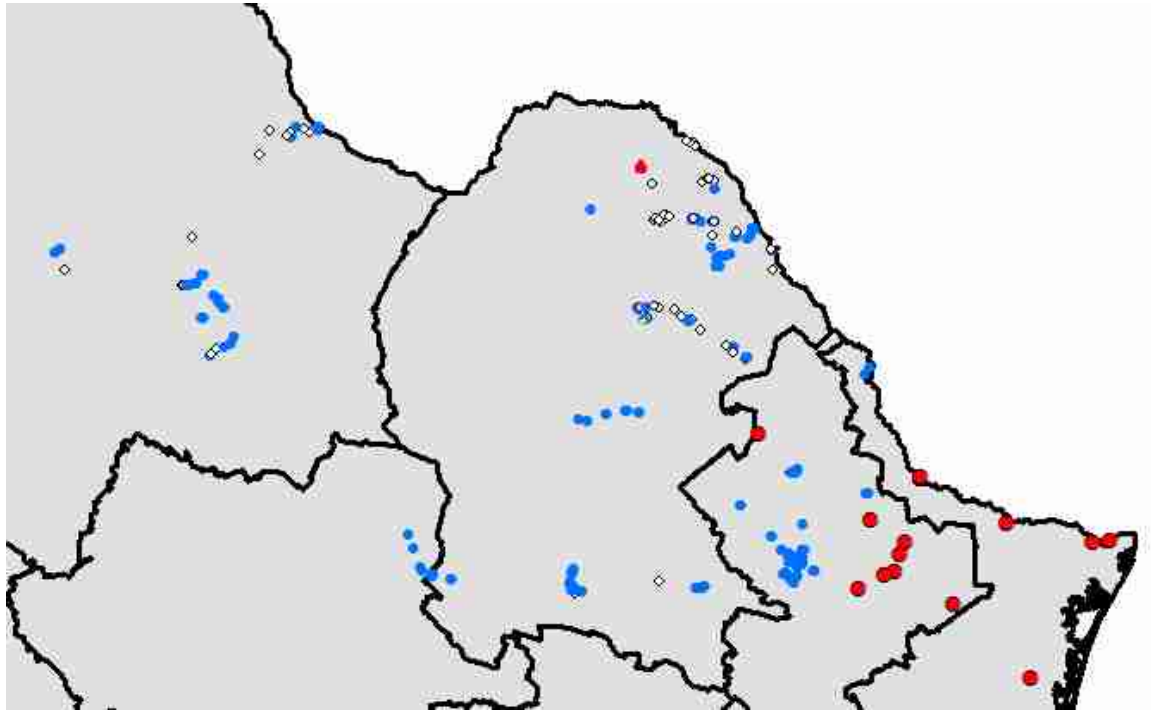


Figura 4.- Distribución de carrizo gigante en este estudio. Los puntos azules son registros de *Arundo donax* , los puntos blancos son registros de *Phragmites australis* y los puntos rojos son sitios con registros visuales, sin colecta formal.

Resultados .-

De Mayo 2007 a Septiembre 2007 se elaboró un diagnóstico sobre la distribución geográfica del carrizo gigante, *Arundo donax*, especie de maleza, invasora, exótica, en la Cuenca del Río Bravo, Noreste de México, en los Estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Se realizaron mas de 10 salidas de campo para localizar las poblaciones del carrizo gigante en diversos cuerpos de agua, de preferencia en presas para estimar la distribución en el río antes de llegar a la presa y después de la corina, entre 4 y 12 km de cause. Sin embargo, como se había establecido en el convenio, las presas visitadas en México no están infestadas con el carrizo (Figura 5). Los parches de carrizo en las presas están asociados a las casas habitación de la población circundante, pero estos son escasos.

Por lo que se siguió con la estrategia de buscar cualquier sitio que se observara durante los traslados por carretera y caminos y estefue el punto de partida para visitar río arriba y abajo estimando la cobertura de cada parche hasta la distancia de 500 m. Generalmente son parches aislados, pero en ocasiones en algunos sitios se observaron hasta una 20 de parches (Figura 6).

En cada sitio se obtuvo cuando era posible, la cobertura y la densidad de población (Esto es una base de datos en Excel) una muestra para el análisis genético, y 2 muestras de plantas para herbario, mismas que se depositarán en alguna colección científica de la UANL y UAAAN. Así mismo, se fotografió con cámara digital en cada sitio la producción de brotes, caña nueva y floración, y el aspecto panorámico de la fenología además de sus coordenadas con un GPS Garmin III.

Un total de 120 sitios con 381 registros puntuales o parches de carrizo gigante fueron localizados, que oscilan entre 1 m² hasta mas de 30,000 m². La cobertura total de *Arundo donax* asciende a más de 112,254 m², es decir 112.4 Ha de carrizo gigante y una densidad promedio de 43 cañas por metro cuadrado con los límites de 23 a 115 plantas por metro cuadrado (Por separado se han entregado las fotos en 12 CD, identificadas como *Arundo donax* - _sitio_No..._fotografía, y mismo formato para *Phragmites australis*).

Se tomaron en total 1,280 fotografías de *Arundo donax* en los 120 sitios, además de 57 fotografías de *Phragmites australis* y 118 fotografías de sitios sin carrizo, pero que fueron tomadas por estudios colaterales que estamos realizando con peces.

A mediados de julio fue cuando se presentó la floración en las partes mas bajas de los sitios visitados, siendo los sitios mayores a los 1,200 m.s.n.m. empezó a finales de agosto.

Se encontraron 14 sitios con presencia de carrizo nativo *Phragmites australis*; en dos sitios existe la posibilidad de hibridación.

Un total de 50 sitios visitados potenciales fueron negativos a la presencia de *Arundo*, pero por la cercanía a sitios con carrizo, pueden ser susceptible de la invasión.

La temperatura ambiental oscila entre 23.3 °C hasta 46.0 °C, una media de 33.5 °C. La humedad relativa fue de 20 hasta el 100 % presentándose lluvias torrenciales en el mes de julio y lluvias ligeras en agosto y la altura encontrada fue desde 108 hasta 2051 m.s.n.m.



Figura 5. Presas sin presencia de *Arundo* : A) Presa General Toribio Ortega, B) Presa Boquillas, C) Presa Chihuahua, D) Presa Francisco I. Madero, y E) Presa de La Amistad.



Figura 6. Diversos aspectos de la fenología del carrizo gigante, en parches desde 1 a varios, en diversas coberturas, desde 2 m hasta mas de 1000 m.

Conclusiones .-

- 1) En este estudio se agregaron 118 nuevas localidades de carrizo gigante en el Noreste de México, dentro de la cuenca del Río Bravo, dando un total de 120, sin contar las 56 (de 65 conocidas actualmente) nuevas localidades en el Valle de Cuatro Ciénegas.
- 2) Un total de 323 localidades son reportadas en México.
- 3) 117 ha cuadradas se estimaron solo en los sitios muestreados. El análisis por medio de las imágenes Quickbird, representan mas 250 ha.
- 4) Se observaron que las plantas empiezan a florecer primero a niveles de altura mas bajos que en las montañas, es decir mientras que a alturas de 500 m.s.n.m como Monterrey, empiezan a florear en mayo-junio, a alturas como Cd. Cuauhtemoc, en Chihuahua, que esta a mas de 2000 m.s.n.m, no floreaban. En la Cd. de Camargo y Jiménez se observaron áreas con flores y sin flores a alturas entre los 1300 y 1500 m.s.n.m.
- 5) Según las observaciones de la características de la planta, sugieren posiblemente dos fenotipos, y hay la posibilidad que en dos sitios se encuentren híbridos entre *Arundo donax* y *Phragmites australis*.
- 6) En las observaciones en campo, la mayor parte de distribución del carrizo se relaciona con las distribución de la población, sus canales de riego y menos frecuente en ríos y arroyos, sin embargo, hay sitios remotos donde posiblemente la invasión se debe al transporte por medio de animales, como aves acuáticas y/o migratorias. Otra observación es que es mas frecuente que estén cercas de los medios de comunicación como carreteras y caminos de terracería.

RECOMENDACIONES

Se sugiere que se realicen más estudios de distribución para poder tener un mejor estimativo de la densidad y geografía del carrizogigante, así como de parámetros ambientales de cada sitio. Para poder iniciar un programa de control y erradicación a largo plazo es necesario hacer pruebas de diversos usos de control químico, biológico y mecánico, ya que esta especie será una amenaza fuerte para los ecosistemas que tienen problemas con el agua disponible para cubrir sus necesidades vitales, ya sea hablese de flora, fauna y la misma población humana.

Bibliografía

- Anónimo. 2005. Giant reed (*Arundo donax* L.) network improvement of productivity and biomass quality, biomatnet.org - Biological Materials for NonFood Products; BioMatNet c/o CPL Press, Liberty House, The Enterprise Centre, New Greenham Park, Newbury, Berks RG19 6HW, UK. Tel: +44 1635 817408, Fax: +44 1635 817409. Available from <http://www.biomatnet.org/secure/Fair/F666.htm> accessed (22 August 2005).
- Bell, G. P. 1993a. Prado Basin resource management plan for the control of Giant Reed (*Arundo donax*). The Nature Conservancy.
- Bell, G. P. 1993b. Revegetation of riparian habitat: hauling coals to Newcastle? The Nature Conservancy.
- Bell, G. P. 1997. Ecology and management of *Arundo donax* and approaches to riparian habitat restoration in southern California. Pg. 103-113 in J.H. Brock, M. Wade P. Pysek, and D. Green, eds. *Plant Invasion: Studies from North America and Europe*. Leiden, The Netherlands: Backhuys.
- Bell, G. P. 1999. Santa Margarita management plan for the control of Giant Reed (*Arundo donax*). The Nature Conservancy.
- Belyayev, A., O. Raskina, and E. Nevo. 2001. Evolutionary dynamics and chromosomal distribution of repetitive sequences on chromosomes of *Aegilops speltoides* revealed by genomic in situ hybridization. *Heredity* 86: 73-82.
- Boose, A. B., and J. S. Holt. 1999. Environmental effects on asexual reproduction in *Arundo donax*. *Weed Research* 39: 117-127.
- Contreras-Arquieta, A. y M. Cruz-Nieto. 2007. "Control de la planta invasora *Arundo donax*, en Cuatro Ciénegas, un centro de gran biodiversidad de especies endémicas de flora y fauna de Norteamérica". Informe técnico final de Pronatura Noreste, A. C., U.S. Fish & Wildlife Service.
- Decruyenaere, J. G. and J. S. Holt. 2001. Seasonality of clonal propagation in giant reed. *Weed Science* 49: 760-767.
- Decruyenaere, J. G. and J. S. Holt. 2005. Ramet demography of a clonal invader *Arundo donax* (Poaceae) in Southern California. *Plant and Soil* 277: 445-452.
- DellaCioppa, G., S.C. Bauer, B.K. Klein, D.M. Shah, R.T. Fraley, and G. Kishore. 1986. Translocation of the precursor of 5-enolpyruvylshikimate 3-phosphate synthase into chloroplasts of higher plants in vitro. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. Vol. 83. 6873-6877.
- DiTomaso, J. M., Healy, E. A., 2003. Aquatic and Riparian Weeds of the West. University of California, ANR Pub. 3421. p. 441.
- Dudley, T. L. 2000. *Arundo donax* L. Pg 53-58 in C.C. Bossard, J. M. Randall, and M.C. Hoshovsky, eds. *Invasive Plants of California's Wildlands*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Environmental Protection Authority. 2001. Shark Bay World Heritage Property: Environmental values cultural uses and potential petroleum industry impacts. http://www.epa.wa.gov.au/docs/1642_SBWHP_Report01.pdf
- Faix, O., D. Meier, and O. Beinhoff. 1989. Analysis of Lignocelluloses and Lignins From *Arundo donax* L and *Miscanthus sinensis* Anderss and Hydroliquefaction of *Miscanthus*. *Biomass* 18: 109-126.
- Franz, J.E., M.K. Mao and J.A. Sikorski. 1997. Glyphosate: A Unique Global Herbicide. American Chemical Society. Chap. 4 pp. 65-97
- Ghosal, S., S. K. Dutta, A. K. Sanyal, and S. K. Bhattacharya. 1969 *Arundo donax* L. (Graminae). Phytochemical and pharmacological evaluation. *Journal of Medicinal Chemistry* 12: 480-483.

- Henry, C. J. K. F. Higgins, and K. J. Buhl. 1994. Acute toxicity and hazard assessment of Rodeo[®], X-77 Spreader[®], and Chem-Trol[®] to aquatic invertebrates. Archives of Environmental Contamination and Toxicology (Historical Archive). 27: 392-399
- Herrera, A. M. and T. L. Dudley. 2003. Reduction of riparian arthropod abundance and diversity as a consequence of giant reed (*Arundo donax*) invasion. Biological Invasions 5: 167-177.
- Hewitt, C. N., R. K. Monson, and R. Fall. 1990. Isoprene Emissions From the Grass *Arundo donax* L Are Not Linked to Photorespiration. Plant Science 66: 139-144.
- Hutber G.N., L.J. Rogers, A.J. Smith. 1979. Influence of pesticides on the growth of cyanobacteria. Z Allg Mikrobiol. 19:397-402.
- Iverson, M.E. 1994. The impact of *Arundo donax* on water resources. IN: Jackson, N. E., Frandsen, P. & Douthit, S. (Ed) November 1993 *Arundo donax* Workshop Proceedings, Ontario, California, 1925.
- Khudamrongsawat, J., R. Tayyar, and J. S. Holt. 2004. Genetic diversity of giant reed (*Arundo donax*) in the Santa Ana River, California. Weed Science 52: 395-405.
- Khuzhaev, V. I., B. Tashkhodzhaev, and S. F. Aripova. 1995. *Arundo donax* Alkaloids .3. Revision of Donaxarine and Donaxaridine Structures]. Khimiya Prirodnikh Soedinenii : 720-727.
- Khuzhaev, V. U., and S. F. Aripova. 1995. [Alkaloids of *Arundo donax*]. Khimiya Prirodnikh Soedinenii : 328-329.
- Khuzhaev, V. U., S. F. Aripova, and R. S. Shakirov. 1994. [Arundin As a New Dimeric Alkaloid of *Arundo donax* Roots]. Khimiya Prirodnikh Soedinenii : 685-686.
- Khuzhaev, V. U., S. F. Aripova, and R. S. Shakirov. 1994. [Dynamics of *Arundo donax* Alkaloids Accumulation]. Khimiya Prirodnikh Soedinenii : 687-688.
- Khuzhaev, V. U., S. F. Aripova, and U. A. Abdullaev. 1995. *Arundo donax* Alkaloids .4. Donaxanin As a New Pyrrolidine Alkaloid From *Arundo donax*]. Khimiya Prirodnikh Soedinenii : 728-730.
- Khuzhaev, V. U., S. F. Aripova, and U. A. Abdullaev. 1996. [Alkaloids of *Arundo donax* .6. Structure of Donine]. Khimiya Prirodnikh Soedinenii : 224-224.
- Khuzhaev, V. U., Y. A. Abdullaev, and S. F. Aripova. 1996. [Alkaloids of *Arundo donax* .5. Mass-Spectrometry of *Arundo donax* Alkaloids]. Khimiya Prirodnikh Soedinenii : 217-220.
- Kolesik, P., A. Mills, and M. Sedgley. 1998. Anatomical characteristics affecting the musical performance of clarinet reeds made from *Arundo donax* L. (Gramineae). Annals of Botany 81: 151-155.
- Laerke, P.E., 1995. Foliar Absorption of Some Glyphosate Formulation and the Efficacy on Plants. Pesticide Science. Vol. 44. pp. 107-116
- Lewandowski, I. Scurlock, J. M. O., Lindvall, E. Christou, M., 2003. The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. Biomass and Bioenergy 25: 335-361.
- Mavrogianopoulos, G. V. Vogli, and S. Kyritsis. 2002. Use of wastewater as a nutrient solution in a closed gravel hydroponic culture of giant reed (*Arundo donax*). Bioresource Technology 82: 103-107.
- Miles, D. H., K. Tunsuwan, V. Chittawong, P. A. Hedin, U. Kokpol, C. Z. Ni, and J. Clardy. 1993. Agrochemical Activity and Isolation of N-(4'-Bromophenyl)-2,2-Diphenylacetanilide From the Thai Plant *Arundo donax*. Journal of Natural Products-Lloydia 56: 1590-1593.
- Miles, D. H., K. Tunsuwan, V. Chittawong, U. Kokpol, M. I. Choudhary, and J. Clardy. 1993. Boll Weevil Antifeedants From *Arundo donax*. Phytochemistry 34: 1277-1279.

- Mochizuki, K., H. Takikawa, and K. Mori. 2000. Synthesis of 2,2,4,4-tetramethyl-N,N'-bis(2,6-dimethylphenyl)cyclobutane-1,3-diimine, a unique compound from *Arundo donax*, and its analogues to test their antifeedant activity against the boil weevil, *Anthonomus grandis*. Bioscience Biotechnology and Biochemistry 64: 647-651.
- Neto, C. P., A. Seca, A. M. Nunes, M. A. Coimbra, F. Domingues, D. Evtuguin, A. Silvestre, and J. A. S. Cavaleiro. 1997. Variations in chemical composition and structure of macromolecular components in different morphological regions and maturity stages of *Arundo donax*. Industrial Crops and Products 6: 545-58.
- Obataya, E., and M. Norimoto. 1995a. [Acoustic Properties of Cane (*Arundo donax* L.) Used For Reeds of Woodwind Instruments .2. Analysis of Vibrational Properties By a Viscoelastic Model]. Mokuzai Gakkaishi 41: 449-453.
- Obataya, E., and M. Norimoto. 1995b. [Acoustic Properties of Cane (*Arundo donax* L.) Used For Reeds of Woodwind Instruments .1. the Relationships Between Vibrational Properties and Moisture Contents of Cane]. Mokuzai Gakkaishi 41: 289-292.
- Obataya, E., and M. Norimoto. 1995c. [The Water Sorption Isotherms of Cane (*Arundo donax* L.) Used For Reeds of Woodwind Instruments]. Mokuzai Gakkaishi 41: 1079-1085.
- Obataya, E., and M. Norimoto. 1999a. Acoustic properties of a reed (*Arundo donax* L.) used for the vibrating plate of a clarinet. Journal of the Acoustical Society of America 106: 1106-1110.
- Obataya, E., and M. Norimoto. 1999b. Mechanical relaxation processes due to sugars in cane (*Arundo donax* L.). Journal of Wood Science 45: 378-383.
- Obataya, E., T. Umezawa, F. Nakatsubo, and M. Norimoto. 1999. The effects of water soluble extractives on the acoustic properties of reed (*Arundo donax* L.). Holzforschung 53: 63-67.
- Perdue, R. E. Jr. 1958. *Arundo donax* -- Source of musical reeds and industrial cellulose. Economic Botany 12: 368-404.
- Rossa, B., A. V. Tuffers, G. Naidoo, and D. J. vonWillert. 1998. *Arundo donax* L. (Poaceae) - a C-3 species with unusually high photosynthetic capacity. Botanica Acta 111: 216-221.
- Schuetz, J. 1998. Environmental fate of glyphosate. Environmental Monitoring & Pest Management. Department of Pesticide Regulation. Sacramento, CA 95824-5624
- Seca, A. M. L., J. A. S. Cavaleiro, F. M. J. Domingues, A. J. D. Silvestre, D. Evtuguin, and C. P. Neto. 2000. Structural characterization of the lignin from the nodes and internodes of *Arundo donax* reed. Journal of Agricultural and Food Chemistry 48: 817-824.
- Secretaría de Desarrollo Social. 1994. Decreto por el que se declara como área protegida, con el carácter de protección de flora y fauna, la región conocida como Cuatro Ciénegas, municipio de Cuatro Ciénegas, Coahuila. Diario Oficial De La Federación, México CDXCIV(5):5-11
- Shafroth, P.B., Cleverly, J.R., Dudley, T.L., Taylor, J.P., Van Riper, C., III, Weeks, E.P. & Stuart, J. N. 2005. Control of *Amarix* in the Western United States: Implications for Water Salvage, Wildlife Use, and Riparian Restoration. Environmental Management, 35, 231-246.
- Shikha, Singh DP, Darmwal NS. 2004. Effect of glyphosate toxicity on growth, pigment and alkaline phosphatase activity in cyanobacterium *Anabaena doliolum*: role of inorganic phosphate in glyphosate tolerance. Indian J Exp Biol 42: 208-213.
- Spatz, H. C., H. Beismann, F. Bruchert, A. Emanns, and T. Speck. 1997. Biomechanics of the giant reed *Arundo donax*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences 352: 110.

- Speck, O. and H.-C. Spatz. 2003. Mechanical properties of the rhizome of *Arundo donax* L. Plant Biology 5: 661-669.
- Spencer, D. F., G. G. Ksander, L. C. Whitehand. 2005. Spatial and temporal variation in RGR and leaf quality of a clonal riparian plant: *Arundo donax* L. Aquatic Botany 81: 273-36.
- Spencer, D. F., P.-S. Liow, W. K. Chan, G. G. Ksander, K. D. Getsinger. 2006. Estimating *Arundo donax* shoot biomass. Aquatic Botany 84: 272-276.
- Stein, Bruce A., Lynn S. Kutner, Jonathan S. Adams, editors. 2000. *Precious Heritage: The Status of Biodiversity in the United States*. Oxford University Press, Oxford.
- Szabo, P., G. Varhegyi, F. Till, and O. Faix. 1996. Thermogravimetric Mass Spectrometric Characterization of Two Energy Crops, *Arundo donax* L. and *Miscanthus sinensis* L. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis 36: 179-190.
- Vandermerwe, C. G., H. J. Schoonbee, and J. Pretorius. 1990. Observations On Concentrations of the Heavy Metals Zinc, Manganese, Nickel and Iron in the Water, in the Sediments and in 2 Aquatic Macrophytes, *Typha capensis* (Rohrb) Ne Br and *Arundo donax* L. of a Stream Affected By Goldmine and Industrial Effluents. Water Sa 16: 119-124.
- Ware, G. W., Dee, M. K. and W. P. Cahill, W. P. 1968. Water Flora as Indicators of Irrigation Water Contamination by DDT. Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology 3: 333-338.
- Wijte, A. H. B. M., T. Mizutani, E. R. Motamed, M. L. Merryfield, D. E. Miller, and D. E. Alexander. 2005. Temperature and endogenous factors cause seasonal patterns in rooting by stem fragments of the invasive giant reed, *Arundo donax* (Poaceae). International Journal of Plant Science 166: 507-517.
- Wijte, A. H. B. M. 2005. Combating *Arundo donax* and other rhizomatous aquatic and estuarine nuisance grasses by exploiting their ecophysiological characteristics. Scholarship Repository, University of California.
- World Health Organization. 1994. International programme on chemical safety: Environmental health criteria 159: Glyphosate. Published under the joint sponsorship of the United Nations Environment Programme, the International Labour Organisation, and the World Health Organization. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc159.htm>
- WSSA. 1983. Herbicide handbook of the Weed Science Society of America, 5th ed. Champaign-Urbana, Illinois, Weed Science Society of America.
- Zhalolov, I., V. U. Khuzhaev, B. Tashkhodzhaev, M. G. Levkovich, S. F. Aripova, and N. D. Abdullaev. 1998. *Arundo donax* alkaloids- VII. Spectroscopic and X-ray diffraction study of arundinin, new dimer alkaloid of above-ground part of *Arundo donax* L. Khimiya Prirodnikh Soedinenii : 790-795.
- Zhizhaev, V. U., and S. F. Aripova. 1998. *Arundo donax* alkaloids. Khimiya Prirodnikh Soedinenii : 134-135.
- Zimmerman, P. 1999. Rates of transpiration by a native willow, *Salix exigua*, and by a non native invasive, *Arundo donax*, in a riparian corridor of northern California. IN: Proceedings of the California Exotic Pest Plant Council. California Exotic Pest Plant Council, Sacramento, California.