

Eichhornia crassipes
(jacinto de agua)



Eichhornia crassipes (jacinto de agua)

José Miguel Plasencia Fraga

Centro de Investigaciones de Medio Ambiente de Camagüey, CITMA, Camagüey. Contacto: jmplasencia@cimac.cu

INTRODUCCIÓN

Eichhornia crassipes (Mart.) Solms es una planta angiosperma acuática, flotadora libre, conocida comúnmente como “jacinto de agua”, que constituye una de las especies invasoras más distribuidas y que causan mayor daño en el mundo. Su sombra y las aglomeraciones que forma sobre las plantas acuáticas nativas reducen dramáticamente la diversidad biológica en ecosistemas acuáticos (Lowe & al., 2004).

Son varios los factores que convergen para que esta planta ocupe un lugar destacado en los listados mundiales de especies invasoras, entre ellos: el represamiento de ríos y la eutrofización de cuerpos de agua en general por el vertimiento de residuales, incluyendo aquellos que son arrastrados por las lluvias, como ocurre con los residuales de la ganadería.

Una vez asentada en una región, esta especie puede ser dispersada por aves acuáticas que trasladan en sus patas sedimentos conteniendo semillas, las que pueden estar más de 15 años enterradas en el fango hasta que las condiciones son propicias para su germinación.

Por tales razones, el monitoreo de esta especie debe estar enfocado principalmente a su detección en las primeras fases de infestación, por lo que debe estar incluida en los sistemas de alerta temprana a nivel de provincia y municipio.

CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE

Nombre científico: *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms

Publicación original: la especie fue descrita por el investigador alemán Karl Friedrich Philipp von Martius (1794-1868), nombrándola “*Pontederia crassipes*” (Nova Genera et Species Plantarum . . . 1: 9, pl. 4. 1823). Luego fue establecida en el género *Eichhornia* por Hermann Maximilian Carl Ludwig Friedrich zu Solms-Laubach (Alemania, 1842-1915) en la publicación “Monographiae Phanerogamarum” de 1883.



Etimología del nombre científico:

El nombre del género "*Eichhornia*" fue otorgado en honor de Johann Albrecht Friedrich Eichhorn (1779-1856), ministro prusiano de Educación y Bienestar Social, asesor judicial y político. Por su parte el epíteto específico "*crassipes*", que significa "con pie grueso", hace alusión a los peciolos hinchados de la planta.

Algunos otros nombres científicos usados históricamente para la especie (sinonimia): *Pontederia crassipes* Mart.

Familia: Pontederiaceae

Nombres comunes cubanos: jacinto de agua, boniatillo de agua, lirio acuático.

Descripción botánica (véanse imágenes de algunos detalles en la Figura 1).



Fig. 1. *Eichhornia crassipes*. Detalles de: la hoja (A), las raíces (B), la inflorescencia (C). Fotos: Archivo de imágenes Proyecto EEI.

Hierbas en roseta usualmente flotando, aunque puede vivir encallada en zonas bajas, proliferando por reproducción vegetativa. Hojas con peciolos muy hinchados (Figura 1A), de linear a fusiformes; limbos mayormente orbiculares a reniformes de 3 – 15 cm de ancho aparentemente en dependencia de las condiciones del lugar. Inflorescencia en espiga o en panoja espiciforme (Figura 1C); pedúnculo deflexo después de florecer. Perianto vistoso, morado claro; el tubo de 1.5 - 2 cm; el limbo, de 6 partes en 2 series unidas abajo del tubo, de 4 – 7 cm de ancho. Lóbulo anterior más pequeño, el posterior más largo con una mancha amarilla. Estambres 6, ± adnatos al perianto; 3 con filamentos de 5 – 7 mm de largo y 3

filamentos de 20 – 24 mm de largo; todos curvados hacia abajo. Estilo 2 -3 cm de largo; curvados hacia arriba; localizando el estigma en una posición media del estilo. Ovario 3 – locular. Óvulos numerosos.

Distribución. (Figura 2)

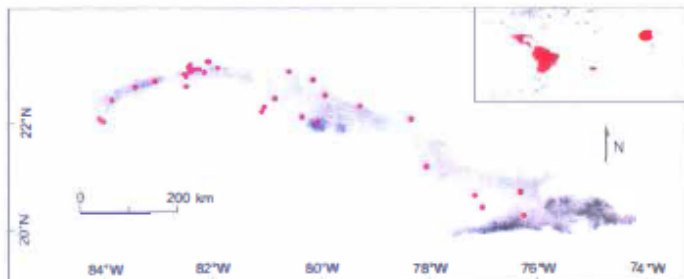


Fig. 2. Distribución mundial y en Cuba de *Eichhornia crassipes*. Tomado de Plasencia & Echevarría (2011). Nota: el mapa cubano solo indica los puntos en los que se ha documentado la presencia de la especie, su dispersión real es más copiosa.

Actualmente Pantropical, incluyendo regiones subtropicales como el sur de Estados Unidos. Se le encuentra entre 0 – 600 m sobre el nivel mar. Aparece en cuerpos de agua naturales como lagunas y ríos, así como en aquellos construidos por el hombre como embalses y canales. Es relativamente sensible a la salinidad, por lo que solo aparece en zonas próximas a la costa cuando ha sido empujada hacia allí como resultados de crecidas o inundaciones, por lo que es un especie estrictamente de agua dulce.

Esta especie está bien relacionada con ecosistemas acuáticos eutróficos o hipertróficos y es muy difícil de encontrar en cuerpos de agua oligotróficos. En Cuba, se ha observado que en embalses localizados en zonas con predominio de suelo de serpentina y en los que la relación Calcio/Magnesio del agua es menor que uno, es decir, con predominio del ión magnesio, no hay jacinto de agua. Resultado similar a lo observado en las lagunas de arenas blancas de la provincia de Pinar del Río.

Aspectos ecológicos.

Oriunda de América del Sur, de la zona correspondiente al sur de Brasil y norte de Paraguay, se ha dispersado por todo el mundo, fundamentalmente por la franja tropical y subtropical. Fuera de su lugar de origen causa serios daños a los cuerpos de agua dado su alta tasa de reproducción vegetativa y debido a la ausencia de controladores naturales (entre los que se encuentran los insectos *Acigona infusella*, *Eipagis albiguttalis*, *Cornops longicorno*, C.

aquaticum, *Neochetina bruchii* y *N. eichhorniae*), unido al incremento en el nivel de nutrientes, fundamentalmente de nitrógeno y fósforo como parte de la influencia del hombre sobre los ecosistemas acuáticos de agua dulce.

Dentro de los factores que inciden en su dispersión están además la temperatura y el pH. Mitchell (1974), reporta que cortos períodos de temperatura próxima a 0 °C provoca la muerte de las semillas y rizomas. El pH por su parte es óptimo para el crecimiento y la reproducción entre 6 y 7; por debajo de 4 y por encima de 9 las plantas no sobreviven.

Reproducción sexual.

La producción de flores ocurre durante todo el año, aunque se han reportado máximos en los meses de abril y octubre. Las flores se marchitan a las 24 horas de haber aparecido e inclinan su tallo hacia el agua donde concluye la maduración del fruto y la producción de las semillas cuyo número es muy variable, entre 3 y 364 (Evans, 1963).

Las semillas, una vez abierta la cápsula, pueden caer al fondo o permanecer en el detrito que se acumula entre las plantas hasta que existan condiciones favorables para la germinación: abundante luz y elevada temperatura. De no ocurrir la germinación, las semillas pueden permanecer latentes por períodos de más de 15 años resistiendo incluso la desecación.

Reproducción asexual.

Se produce mediante estolones. La alta tasa de reproducción vegetativa es la responsable de los daños que causa. De acuerdo con una experiencia realizada en condiciones en extremo favorables, 2 plantas produjeron 1200 plantas en 130 días (Evans, 1963).

Sin embargo, es menester aclarar, que uno de los factores que más incide en su crecimiento explosivo, una vez llegada a un lugar por las diferentes vías por las que se dispersa, es el nivel de eutrofización del cuerpo de agua en cuestión. En dependencia de las concentraciones de nitrógeno y fósforo, así será la tasa de reproducción vegetativa y por tanto de cobertura del dicho cuerpo de agua.

Producción de biomasa.

Los valores de producción varían considerablemente, 3.7 – 16.8 ton/ha, en dependencia de las condiciones del lugar (Westlake, 1963; Sahai & Sinka, 1970; Chakrabarty, 1980; Dolberg & *al.*, 1981; Hasan, 1988), aunque Westlake (1963) plantea que esta producción pudiera



estar alrededor de las 150 ton/ha en condiciones favorables; predominio de plantas jóvenes y sin exceder la densidad de forma que esta nunca haga efecto negativo.

Usos más difundidos.

Ornamental: por lo vistoso de sus flores, esta planta es usada en fuentes y estanques. Probablemente este haya sido uno de los motivos más importantes de introducción en muchos de los países aquejados hoy por la invasión de esta especie.

Artesanía: en nuestro país este aspecto ha sido poco explotado, aunque en algún momento se han fabricado colchones y bolsas entre otros, más que para aprovechar un recurso se ha utilizado para cubrir una escasez. No obstante, la fabricación de muebles, carteras y esterillas entre otros se ha reportado ampliamente por la literatura. En algunas comunidades de Las Tunas existe un trabajo meritorio de promoción del uso de esta planta con finalidades artesanales, como incentivo para su control, lo cual fue estimulado por el proyecto GEF/PNUD sobre especies invasoras.

Alimento animal: la literatura recoge abundante información sobre el uso de esta planta como alimento animal, ya sea directamente o a través de algún procesamiento como es el ensilaje o el secado y posterior molinado. Aunque por su constitución proteica; 14.6 – 17 % en base seca (Sharma & Eden, 1991), pudiera considerarse como un buen alimento, el alto porcentaje de fibra lo limita en el caso de los monogástricos como el cerdo. No obstante, puede utilizarse como suplemento dietético de este tipo de animales. Es de señalar que su difícil extracción limita este uso a gran escala, pero no deja de ser una opción para pequeñas localidades ubicadas en las cercanías de los cuerpos de agua con abundante cobertura de esta especie.

Biofiltro para el tratamiento de aguas residuales: la alta tasa de producción de biomasa registrada por esta especie se obtiene a partir de la remoción de nutrientes del medio acuático. Romanenko & Pérez-Eiriz (1986) reportan que el jacinto de agua es capaz de asimilar en 24 horas 192 mg de carbono inorgánico/100 mg de peso seco.

Timofeeva & Ston (1988) plantean que en una hectárea cubierta por esta especie pueden extraerse del medio acuático 53.3 kg de fenol, 89 g de mercurio, 104 g de plomo, 297 g de níquel, 321 g de estroncio, 343 g de cobalto, 385 g de plata y 388 g de cadmio. Asimismo, cuando se trata de aguas albañales, puede remover el 97 % de la DBO₅, el 95 % de los sólidos suspendidos, 99 % de nitrógeno y potasio y el 65 % de fósforo total. Estos valores se obtienen cuando se hace un manejo adecuado de la población de plantas, extrayendo



sistemáticamente una determinada cantidad de biomasa para evitar la superpoblación.

Otros usos menos difundidos: existen referencias relacionadas con el uso del jacinto de agua como mejorador de suelo al aplicarse como abono verde (Quiroz & *al.*, 1982) así como su empleo en la producción de biogás (Fitzsimons & *al.*, 1982).

Acciones de manejo.

El control, con la erradicación como meta, es una de las acciones de manejo más empleadas para estas especies de plantas acuáticas, ya que casi siempre producen afectaciones al funcionamiento de los cuerpos de agua donde se encuentran.

Para el control del jacinto de agua se han empleado fundamentalmente tres métodos: mecánico, químico y biológico. No obstante ningún tipo de método suele ser de alta efectividad si es empleado de manera aislada, por lo que es deseable el uso combinado de más de uno en dependencia del nivel de cobertura, con preferencia por el control biológico como denominador común de todas las fórmulas.

Por otra parte, tomando en consideración que el nivel de eutrofización del cuerpo de agua juega un papel importante en el grado de infestación, entonces, si se requiere de un control efectivo, una de las direcciones de las acciones a realizar debe empezar por reducir las cargas de nitrógeno y fósforo vertidas al medio acuático.

Control mecánico

Consiste en destruir y/o extraer las plantas mediante algún equipo. La gran dificultad para el éxito de este método consiste en remover el material destruido, ya que de dejarse en el agua, deteriora la calidad de ésta al descomponerse y además reincorporaría los nutrientes al medio, entre ellos el nitrógeno y el fósforo. Puede ser válido para pequeños canales o pequeñas áreas, para facilitar el movimiento de embarcaciones en algún momento.

Cuando en este tipo de control se emplea algún medio para coleccionar y extraer del cuerpo de agua el material, este debe colocarse fuera del área de inundación del cuerpo de agua, y del arrastre por las lluvias, evitando de esta forma la reincorporación de semillas o de ejemplares con alguna vitalidad que puedan reinfestar el área.

Un aspecto a considerar en este método es el uso que puede dársele al material vegetal retirado, pues lo más difícil y costoso ya se habría realizado. Esto, sin dudas, ayuda a minimizar los gastos empleados en la extracción y algunos de sus usos: producción de biogás,



compost o abono verde, tendrían un valor agregado con un impacto positivo sobre el medio ambiente.

Control químico

Es mucho más efectivo desde el punto de vista de la destrucción de las plantas, pero los impactos sobre la calidad del agua son incalculables, ya que el material destruido precipita su descomposición en el lugar, lo que influye negativamente sobre la calidad del agua, además de los restos del herbicida. Por otra parte, el espacio despejado deja pasar la luz y con ello la germinación de las semillas depositadas en el sedimento, por lo que para obtener un buen resultado se necesitan repetidas aplicaciones hasta controlar la reinfestación. A lo expresado hay que adicionar los daños que causa el producto aplicado al resto de la trama alimentaria y a la calidad del agua en general. Este método está descartado en el caso específico de los embalses destinados a suministrar agua a la población.

Control biológico

Este método se ha difundido mucho, es mucho más barato que los dos anteriores y sus impactos sobre el medio acuático son mínimos. Es necesario tener en cuenta que este método tiene plazos más extensos de efectividad, pues en el mejor de los casos, empiezan a verse los resultados a partir de los dos años de haber hecho la liberación de los controladores, no obstante es el método que nunca deberá descartarse.

El método se basa en la liberación de invertebrados que constituyen enemigos naturales de la planta en su lugar de origen. Los más difundidos son dos especies picudas del género *Neochetina* (*N. eichhorniae* y *N. bruchii*; ambas presentes en Cuba). Estas especies tienen la ventaja de que son específicas para el jacinto de agua por lo que el resto de las plantas de la localidad están exentas de daño. Los insectos adultos producen cicatrices en las hojas y pecíolos al alimentarse de éstas. Las larvas crean túneles en los pecíolos y tallos. Esta actividad reduce la capacidad reproductiva de la especie, mermando su crecimiento.

Manejo del nivel del agua

En algunos países se han utilizado los periodos de descenso del nivel del agua, ya sean naturales o inducidos, para aplicar la extracción con equipos más eficientes como son los buldócer de gran tamaño. Las plantas, atrapadas en la orilla por el descenso del agua, terminan secándose y entonces pueden ser apiladas con estos equipos y extraídas posteriormente. Las limitantes del uso de esta estrategia en



los cuerpos de agua construidos por el hombre que tienen un uso bien definido, transita por varios aspectos:

- Existencia de extensas zonas bajas donde la vegetación puede quedar inmovilizada para su posterior extracción por maquinaria de gran porte.

- Garantías de reinundación del cuerpo de agua cuando el descenso es inducido. Estas garantías vienen dadas por contar: con agua suficiente en otro cuerpo de agua situado aguas arriba (embalses en cascada), con un trasvase con suficiente caudal capaz de restablecer el nivel óptimo de funcionamiento del embalse en un período de tiempo relativamente corto, y por último con un período lluvioso bien definido y estable, aunque esto va a estar muy relacionado con el área de captación del embalse.

Cuando el cuerpo de agua reúne estas características, la extracción de plantas por esta vía puede acelerar las acciones de eliminación.

Confinamientos

Este tipo de manejo se ha utilizado en acuatorios de Ecuador con buenos resultados en lo que a despejar el vaso principal del embalse se refiere. Consiste en mantener las plantas confinadas a un área previamente seleccionada mediante cuerdas con algún material que las mantenga a nivel de superficie.

Esta práctica no constituye una forma de control en sí, aunque ejerce algún efecto negativo sobre el desarrollo de las plantas al limitar el acceso a nutrientes disueltos en el agua, por efectos de hacinamiento y la posibilidad de que los controladores biológicos hagan mejor su trabajo.

MONITOREO

Definición de objetivos.

El monitoreo del jacinto de agua debe concebirse en dos escalas: Regional, la que puede coincidir por una región político-administrativa como es el caso de un municipio o provincia. También resulta de utilidad práctica utilizar como región la cuenca hidrográfica o de escurrimiento superficial, la que puede abarcar varios municipios. El objetivo principal a esta escala es conocer el número de cuerpos de agua (embalses, ríos y arroyos) con presencia de jacinto de agua, y montar en el sistema de alerta temprana del territorio el monitoreo sistemático para detectar el momento de aparición, para aplicar las medidas de manejo correspondientes para detener la invasión en el cuerpo de agua detectado y su posible diseminación a otros cuerpos de agua.



• **Puntual**, referida a un cuerpo de agua en específico donde ya existe la especie. A esta escala, el monitoreo debe estar enfocado a la evolución del área cubierta por esta especie. Este monitoreo a escala puntual es muy utilizado en cuerpos de agua cuya importancia es vital para el desarrollo de otras actividades como la acuicultura, el abasto a la población y el riego, dadas la interferencias que hace esta especie con dichas actividades. El objetivo final sería establecer las acciones de manejo según corresponda.

¿Dónde y cuándo monitorear?

La condición de planta acuática hace que esta especie esté confinada a cuerpos de agua permanentemente inundados. Además de ser acuática, es flotadora libre lo que implica que es muy difícil que logre asentarse en cursos de agua con movimiento. Aun en los cauces con poca velocidad de agua, durante los grandes aguaceros es removida hacia lugares de aguas lénticas como los embalses y lagos. Por tanto, el monitoreo, en cualquiera de las dos escalas que se decida emplear, debe realizarse preferentemente en embalses, micropresas o lagunas, ya que hacia allí serán arrastradas desde los ríos y arroyos.

El jacinto de agua es una planta anual y sus poblaciones persisten durante el año bajo las condiciones del trópico y en particular de Cuba, por lo que el monitoreo puede realizarse en cualquier época del año. Sin embargo, por lo explicado anteriormente relacionado con el arrastre de las plantas por los aguaceros asociados al verano o a huracanes, entonces el final del período lluvioso resulta ser un momento idóneo para realizar dicho monitoreo.

Selección de métodos.

Escala Regional. El método es muy simple y consiste en anotar la presencia o no de la especie en cada uno de los cuerpos de agua visitados. Dada las dificultades que habitualmente se presentan en la mayoría de los casos para hacer observaciones desde diferentes puntos del acuatorio desde tierra, una solución práctica es visitar al menos un punto situado en la dirección de donde viene el viento, ya que de existir la especie, ésta será arrastrada hacia dicha zona.

La otra opción es hacer un recorrido por toda el área desde el agua. Es mejor opción, pero en la práctica más compleja de realizar.

Escala Puntual. Como se expresó, el principal indicador a medir es el área cubierta por la población de la especie. Contando como base de trabajo un mapa del contorno del cuerpo de agua, se procederá a

delimitar el contorno de la vegetación en todos los puntos donde ésta exista; ensenadas, cañadas, etc. En este caso, es necesario realizar trabajos desde una embarcación. Los límites de la vegetación se determinan con un GPS.

La información tomada con el GPS se volcará en el mapa y se calculará el área con ayuda de un planímetro u otros métodos convencionales de determinación de superficies en papel, como el uso de papel cuadrulado (Figura 3).



Fig. 3. Esquema que ilustra el uso de papel cuadrulado para el cálculo del área de ocupación de la población de *Eichhornia crassipes*.

En el caso del papel cuadrulado, se cuentan los cuadros enteros y los cuadros que solo tienen una porción del área en cuestión se suman y dividen entre dos. Luego se suma todo y se halla el área total, teniendo como base el área del cuadrado. Por ejemplo, si es papel milimetrado, el área de cuadrado básico es de un milímetro cuadrado. En la medida que las cuadrículas sean más pequeñas, el nivel de precisión aumenta.

Existe otro método que consiste en dibujar el área cubierta por la vegetación en un papel, recortar el contorno y pesarlo en una balanza analítica de cuatro cifras. Una operación similar se hace con un cuadrado de área conocida y por equivalencia se puede calcular el área de la vegetación.

Sin embargo, la disponibilidad de softwares relacionados con la cartografía digital, incluyendo los softwares libres, hacen de este método el más preciso y más rápido, una vez que se tenga el mapa en formato digital. Contra el uso de este método atentan la disponibilidad de un buen equipo de computación, el software y la persona entrenada en su uso.

Existen otros parámetros que pudieran monitorearse, como la biomasa, pero la complejidad en su determinación y evaluación, así como su dudosa utilidad práctica a los fines de manejo de la especie, sugieren no considerarlos.



Variables del medio físico o variables ambientales en sentido general.

En cualquiera de las dos escalas de trabajo propuestas, se debe realizar un inventario de los focos contaminantes, con énfasis en aquellos que sus residuales son fundamentales orgánicos, dado el aporte de nitrógeno y fósforo que ellos hacen. Igualmente, se debe registrar la información relativa con el uso de la tierra. Esta información es extremo valiosa, ya que este aporte de nutrientes de la cuenca que abastece el cuerpo de agua, crea las condiciones para el desarrollo explosivo de esta especie. La documentación de la dinámica poblacional de *Eichhornia crassipes* en entornos diversos, de matrices agroproductivas o zonas protegidas, impactadas con vertimientos de diversa índole, son estudios inéditos e interesantes para nuestro país.

Materiales y equipamiento necesarios para el trabajo de campo.

Escala Regional

Hojas cartográficas 1:25 000 o imágenes satelitales georeferenciadas

- . GPS
- . Binoculares
- . Lápices.
- . Libreta o papel para notas.
- . Tablilla para anotaciones de campo.

Escala Puntual

- . Mapa planta del cuerpo de agua o imagen satelital georeferenciada
- . GPS
- . Embarcación
- . Binoculares
- . Lápices
- . Libreta o papel para notas
- . Tablilla para anotaciones de campo
- . Papel cuadriculado
- . Tijeras
- . Planímetro
- . Balanza analítica
- . Computadora
- . Software



Análisis de los resultados.

Una vez obtenidos los resultados de cada medición, fundamentalmente aquellos obtenidos para la Escala Regional, se plasmarán en un mapa y se relacionarán con los focos contaminantes.

En la evaluación a Escala Puntual, se evaluará el cambio de área y entonces se determinará la acción de manejo a emplear en correspondencia con las características del lugar.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- . Chakrabarty, T.K. 1980. **Seasonal variation in composition, biomass, net community productivity and phenology of the flora and fauna of certain ponds of Bhagalpur.** Ph. D. Thesis, Bhagalpur University, India, 1980.
- . Dolberg, F.; Saadullak, M. & Hague, M. 1981. **Valor alimenticio de las plantas acuáticas.** Producción Animal Tropical 6(4): 352-356.
- . Evans, A.C. 1963. **The grip of water hyacinth.** New Scientist 19(358).
- . Fitzsimons, R.E.; Laurino, C.N. & Vallejos, R.H. 1982. **Estimation of potential biomass resource and biogas production from aquatic plants in Argentina.** Energy 7: 681-687.
- . Hasan, R. 1988. **Annual production and productivity of the macrophytes of River Champanala, a side spill channel of the Ganges at Bhagalpur.** Acta hydrochim. hydrobiol. 16(6): 573-578.
- . Lowe, S.; Browne, M.; Boudjelas, S. & de Poorter, M. 2004. **100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database.** Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI/CSE/UICN). 12 pp.
- . Mitchell, D.S. 1974. **Aquatic vegetation and its use and control.** Ed. D.S. Mitchell, UNESCO, Paris.
- . Plasencia, J.M. & Echevarría, R. 2011. ***Eichhornia crassipes*.** Serie de folletos informativos sobre plantas invasoras Vol. 9. Instituto de Ecología y Sistemática (AMA, CITMA).



. Quiroz, A.; Miranda, M.G. & Lot, A. 1982. **Uso potencial de algunas hidrófitas como abono verde en la zona chinampera de Xochimilco.** *Biótica* 7: 631-633.

. Romanenko, V.L. & Pérez-Eiriz, M.C. 1986. **La utilización fotosintética de los compuestos inorgánicos del carbono disueltos en el agua por el sistema radical de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms en Cuba.** *Voluntad Hidráulica* 70-71: 8-10.

. Sahai, R. & Sinka, A.B. 1970. **Seasonal changes in biomass of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solm.** *Hidrobiologia* 35(3/4): 376-382.

. Sharma, B.M. & Eden, E.S. 1991. **Ecophysiological studies on water hyacinth in the Nigerian waters.** *Pol. Arch. Hydrobiolo.* 38(3/4): 381-395.

. Timofeeva, S.S. & Ston, J. 1988. **Present condition and perspectives of using hydrobotanic treatment for sewage waters.** *Acta hydrochimica et hydrobiologica* 6(3): 299-312.

. Westlake, D.F. 1963. **Comparisons of plant productivity.** *Biological Review* 38: 385-425.