

## ECOHIDROPONÍA URBANA

### COSECHANDO NUTRIENTES EN FUENTES HÍDRICAS, UNA EXPERIENCIA EN EL MUNICIPIO DE QUIBDÓ –CHOCÓ- COLOMBIA

Niza Inés Sepulveda Asprilla\*

Katerine Bermúdez Rentería \*\*

Juan Carlos Palacios Palacios\*\*

Grupo de Investigación en Biotecnología Ambiental UTCH, Corporación Ecotecnológica Ambiental ECOTAM.

[Corporación.ecotam@gmail.com](mailto:Corporación.ecotam@gmail.com)

#### Resumen

La ecotecnología propende por el estudio de diferentes interrelaciones existentes entre el sistema socio-cultural y el sistema ambiental. Dicho de otra manera el ambiente está ligado a los aspectos que caracterizan una población, por lo tanto pretender universalizar las tecnologías resultaría incompatible en algunos campos. Cada contexto es diferente y como tal, requerirá estrategias diferentes para atender las necesidades. Es por esto que el conocimiento ancestral, sumado a procesos ecológicos que resalten las tecnologías empíricas tiene un valor incalculable a la hora de pensar en soluciones hechas a la medida.

Actualmente el hambre y la pobreza constituyen temas de preocupación mundial que incluso se encuentran incluidos como objetivos de desarrollo sostenible proclamados por la ONU (Organización de las Naciones Unidas), Por lo tanto es importante pensar en estrategias que permitan atender dichos fenómenos, pero como ya se mencionó; estas no son universales.

Se presenta a continuación una experiencia hidropónica inspirada en la tecnología ancestral mexicana denominada “*Chinampas*”; la cual permitía cultivar sobre cursos de agua aprovechando toda la carga orgánica y sedimentaria del efluente. Si se analiza algunos requerimientos nutricionales para cultivos de especies vegetales, nos encontraremos con algunas similitudes entre estos y la composición de algunos vertidos de aguas residuales domésticas. Estas contienen carga orgánica y microbiológica las cuales entran a los recursos hídricos con una dinámica particular que logra alterar el buen funcionamiento del ecosistema.

Si se toma como referencia a Gunter Pauli con su postulado “*convertir los problemas en oportunidades*”, se puede considerar como una estrategia aprovechar sedimentos y nutrientes que recorren los efluentes. En la experiencia hidropónica urbana se utilizó como fuente nutritiva no convencional, aguas de una quebrada local denominada “la yesca”; a esta llegan múltiples descargas orgánicas derivadas de las actividades domésticas de las casas circundantes a dicho efluente.

**Palabras clave:** Hidroponía, ecotecnología, Chinampas

#### La Experiencia Hidropónica

La producción de alimentos, vista como una actividad fundamental para cubrir las necesidades nutricionales en el mundo, se ve amenazada constantemente con los distintos flagelos que afectan los ecosistemas con vocación productiva. Es de resaltar que las actividades antrópicas

han afectado considerablemente la dinámica natural y por consiguiente los recursos se han visto disminuidos. Ante esta situación es evidente que la seguridad alimentaria en el mundo se vea comprometida.

El departamento del Chocó, región biodiversa, exuberante y con posición geográfica estratégica por su presencia en ambos océanos, sufre los contrastes de los impactos generados por las actividades extractivas sin control. Minería y deforestación entre otras, no solo impactan el paisaje sino que también disminuyen las posibilidades socioeconómicas de las comunidades circundantes y por tal razón el hambre, la pobreza, las enfermedades entre otros dan muestra de un panorama preocupante.

A nivel nacional en materia de agricultura convencional, uno de los principales factores que afectan dicha actividad es la escasez y la contaminación de los recursos hídricos, originados por múltiples factores que en gran medida vienen asociados al cambio climático, la industrialización y el crecimiento demográfico por citar algunos.

No cabe duda que el agua como recurso es fundamental para la vida y para el desarrollo de las comunidades, por lo tanto cuando las fuentes (ríos, lagos y quebradas) cambian su composición debido a los vertidos sean estos domésticos o industriales es necesario tomar medidas que corrijan o mitiguen el desequilibrio manifiesto.

Una de las principales amenazas del recurso hídrico la representa el hecho que en contextos como los que abarca esta investigación es frecuente que la dinámica habitacional este aledaña a dichas fuentes, lo que genera una excesiva presión de uso. El municipio de Quibdó- Chocó es un ejemplo de la situación referida dada la deficiencia de los sistemas sanitarios, la explosión demográfica y la débil formación en materia ambiental de los ciudadanos que comprometen los recursos hídricos de la región.

Otros de los aspectos de interés en el marco problemático de la presente investigación es lo relacionado con la "inseguridad alimentaria" y su efecto principal el hambre. Se puede decir que en muchos países, a pesar de haberse trazado como un objetivo la lucha contra este fenómeno, aún no se han alcanzado superarlo. Catástrofes naturales o provocadas y la influencia de los regímenes políticos han agravado la situación de vulnerabilidad que aqueja hoy a muchas poblaciones. La lucha contra el hambre no es un proceso homogéneo entre las regiones por obvias razones. El ritmo de los países a nivel económico y de estrategias es distinto, por lo tanto el contexto es determinante para tomar medidas acertadas y un primer paso en la búsqueda de soluciones debería ser conocer en detalle las potencialidades y las debilidades del entorno. Todo lo anterior conduce a establecer estrategias coherentes, compatibles y factibles de acuerdo a la región.

Siguiendo a Gunter Pauli en su libro Economía azul, se puede tomar como referencia uno de sus postulados en donde sugiere que "los problemas pueden representar grandes oportunidades".

La generación de aguas residuales es una consecuencia inevitable de las actividades humanas y estas a su vez constituyen como ya se ha dicho, un problema socio- ambiental, pues por lo general los desechos sólidos, químicos, industriales y orgánicos, son vertidos sin ningún tipo de tratamiento, ocasionando pérdida en la belleza escénica, olores desagradables, mortalidad en animales acuáticos, entre otros. Todo lo anterior se podría revertir si se invierte la percepción sobre la situación, sin desconocer el impacto negativo que dichas aguas vertidas sin tratamiento representan.

Dicho de otra manera; los cuerpos de agua con influencia de aguas residuales contienen en su dinámica sustancias, de las cuales, muchas de ellas son nutrientes que se articulan al ecosistema en movimiento (efluente) e ingresan de manera inadecuada a la cadena trófica. En el lenguaje que se conoce son contaminantes; (un problema; ya que alteran el correcto

funcionamiento del recurso hídrico). En el lenguaje que se propone son sustancias aprovechables.

Desde la perspectiva de mirar los problemas como oportunidades; el agua residual cuenta con características físico químicas entre las que se encuentran el Nitrógeno y Fósforo, siendo estos unos de los elementos más importantes para el desarrollo de especies vegetales según Medina (1999). La lógica natural es cíclica y por lo tanto todas las sustancias tienden a realizar un recorrido predecible. La Biomimesis incita a imitar los procesos naturales. Desde lo anterior una de las propuestas que defiende este trabajo es mirar el lado productivo de entornos con influencia de este tipo de vertidos.

Según Núñez et al. (2001) es posible el uso de aguas residuales como medio de crecimiento, ya que contienen altas concentraciones de nitrógeno (N) y fósforo (P). En muchos países se ha comenzado a reutilizar las aguas residuales como fuente de suministro para la agricultura. Bracho y Ríos (2001), indican que es una medida para disminuir la demanda de agua potable y a su vez la contaminación producida por verter desechos en los cuerpos de aguas superficiales, además de aprovechar los elementos esenciales que contiene, en beneficio de la producción agrícola.

En hidroponía uno de los aspectos más importantes es la solución nutritiva; entendiéndose que este sistema consiste en cultivar sin suelo. Según Vaillant et al. (2004), esta técnica permite obtener mayores rendimientos de los cultivos, mejorar la calidad de los frutos, ahorrar agua y fertilizantes, además de ser la mejor alternativa y en ocasiones la única para la implementación de cultivos agrícolas en regiones con falta de suelos fértiles. En un principio el sistema era solamente en agua, posteriormente a este le adicionaron elementos nutritivos (Alpizar 2006, Resh 2006).

Muchos de los métodos hidropónicos actuales emplean algún tipo de medio de cultivo o sustratos, tales como, gravas, arenas, piedra pómez, aserrines, arcillas, cascarillas, carbones, cascarilla de arroz, etc. A los cuales se les añade una solución nutritiva que contiene todos los elementos esenciales necesarios para el normal crecimiento y desarrollo de la planta Resh (2006).

### **Tecnologías A La Medida Del Contexto**

Los recientes enfoques integrados de la gestión de los recursos hídricos deben contemplar las relaciones entre el ciclo del agua y los ecosistemas tal y como lo propone la Ecohidrología según los principios (Zalewski, 1997): "Restablecer y mantener los procesos evolutivos de circulación del agua, nutrientes y energía a escala de cuenca, Amplificar la capacidad de carga de los ecosistemas frente a la presión antrópica y usar las propiedades de los ecosistemas como herramientas de gestión del agua. De igual manera deberán tener en cuenta factores sociales, económicos y medioambientales en función de la sostenibilidad para el desarrollo de las sociedades.

Encontrar tecnologías al alcance de las poblaciones más vulnerables se convierte en ocasiones en una difícil tarea. En el campo agrícola no es la excepción, puesto que es cada vez es más frecuente el desarrollo de productos con mejor adaptabilidad, rendimiento, calidad y valor nutricional. Esto resulta atractivo sobre todo si se consigue producir más con menos, pero para aquellos sin poder adquisitivo se convierte en una prometedora posibilidad inasequible.

En la realidad, la carrera por alcanzar mejores productos es cada vez más compleja y para muchos inalcanzable. Poblaciones con algún grado de vulnerabilidad se les dificulta obtener a alimentos con alto valor nutricional y esto se debe a múltiples factores si se considera por ejemplo las limitaciones por suelos no aptos para el cultivo, el costo de los insumos, dentro de

los que se encuentran los fertilizantes y abonos; sin dejar de lado los problemas de orden público que en muchos casos impiden la tenencia de la tierra y el trabajo en el campo.

En la agricultura convencional se requiere suelo para el cultivo, mientras que con la técnica hidropónica se necesita agua. Surge una clara inquietud, y es a penas lógico preguntarse: ¿cómo pensar en el uso de un recurso tan amenazado para cultivar? La respuesta no es tan obvia, pero se podría decir que la clave se encuentra en el “contexto”.

El departamento del Chocó, región del pacífico Colombiano, posee una posición geográfica privilegiada por su presencia en ambos océanos. Región biodiversa, frecuentemente reconocida como pulmón de mundo, con grandes contrastes paisajísticos y con una riqueza cultural inigualable. Pese a lo anterior es vulnerable por fenómenos como la pobreza y el hambre.

El recurso hídrico presenta graves amenazas que comprometen el equilibrio ecosistémico. Minería, deforestación y deficientes sistemas de saneamiento son algunas de las causas. Es claro que si se afecta el ciclo hidrológico, se altera todas las actividades que dependen de este preciado recurso.

Volviendo a la idea central. Es necesario desarrollar y aplicar estrategias a la medida del contexto; en este caso a la riqueza hidrológica constituye una fortaleza para la región, y aunque existen amenazas para este recurso como ya se ha mencionado en párrafos anteriores; esta se puede revertir mediante estrategias como las que defiende la presente experiencia.

La hidroponía ecológica que aquí se plantea, retoma tecnologías ancestrales y pone en evidencia un principio de funcionamiento natural encerrado en una dinámica que casi siempre ha sido analizada desde la perspectiva del problema. La contaminación de suelos y aguas lo constituye; y entendemos como contaminantes a toda esa gama de sustancias que alteran el buen funcionamiento del ecosistema y que se encuentran muchas veces en concentraciones que amenazan la vida de los organismos vivos.

Las tecnologías para limpiar, son tan diversas como costosas en la mayoría de los casos. Existen algunas en cambio que siguen la misma lógica natural e imitan lo que la sabia naturaleza ya ha diseñado. Es el caso de la Fitorremediación, que usa plantas para extraer contaminantes. Antonio Gaudí cita una frase muy interesante: “El arquitecto del futuro se basará en la imitación de la naturaleza, porque es la forma más racional, duradera y económica de todos los métodos”, dicha frase se puede aplicar en el caso de referencia. Tal vez si nos fijamos en la naturaleza como lo hace encontraremos las respuestas y posibles soluciones a lo que hoy tanto preocupa.

Cosechar nutrientes de los cuerpos de agua no es nada extraño. Las plantas acuáticas que viven en humedales por ejemplo se alimentan de los nutrientes en el efluente. En muchos casos incluso emergen como respuestas a excesos de algunos elementos que saturan el líquido. La mayoría de las poblaciones que habitan en el departamento del Chocó viven en torno a cursos de agua; por esta razón es muy común encontrar dichos cuerpos en medio de la vida urbana. Lamentablemente estos se ven afectados por la presión de uso.

En la presente investigación se desarrolló un sistema hidropónico urbano en donde se aprovechó el agua pluvial y de quebrada como fuente nutritiva no convencional para el cultivo de *Phaseolus vulgaris*. Se trabajó con el supuesto que estas fuentes aportarían nutrientes necesarios en el desarrollo del cultivo. Se tomaron los elementos nitrógeno y fósforo como referencia de análisis en la solución y se analizó la germinación, crecimiento, desarrollo y supervivencia. En donde se logró demostrar que la solución nutritiva agua de quebrada permitió una germinación con un 97%, sobrevivencia de 79% y para los aspectos de crecimiento y desarrollo se pueden decir que algunas de las características fueron: altura 119 cm, diámetro del tallo de 3 cm, número de hojas 31, flores 3 y frutos 4 aproximadamente.

## LITERATURA CITADA

ANDRADE R. 2007. Cultivo Hidropónico. Chile. Disponible en: <http://html.rincondelvago.com/cultivo-hidroponico.html>

ARIAS, J. H., T. RENGIFO Y C.M. JARAMILLO. 2007. Manual técnico buenas prácticas agrícolas en la producción de frijol en voluble. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación-FAO-. Primera edición. Medellín, Colombia. ISBN 978-92-5305827-3. Pág.166.

ALPIZAR, A. I, 2006. Hidroponía: cultivos sin tierra. Editorial Tecnología de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.

ATILIO, C., y C. H. REYES. 2008. Técnicas para el manejo de variedades de frijol. Programa de granos de frijol. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro Nacional de la Tecnología y Forestal. L libertad, el Salvador pag. 23.

AUGUSTO, C. 2010. Cultivos De grano. Taxonomía botánica y fisiología de los cultivos de grano. Universidad Nacional Autónoma de Honduras Centro Universitaria del Litoral Atlántico (CURLA) Departamento de producción vegetal asignatura cultivos de granos sección 10:10. Pág. 15-22.

BEEBES, S., P.W. SKROCH, J. TOHME, M.C. DUQUE, F. PEDRAZA Y J. NIENHUIS. 2000. Structure of genetic diversity among common bean landraces of middle american origin based on correspondence analysis of RAPD crop sci. 40: 264-273.

BRACHO, A. y RÍOS, A. 2001. Acumulación y lixiviación de metales en suelos sometido a riego con aguas de Lagunas de estabilización. Trabajo Especial de Grado. Universidad del Zulia (LUZ). Fac. de Ingeniería. Esc. De Ingeniería Química Maracaibo-Venezuela. 62-64.

CARPENA R y BERNAL M. 2007. Claves de la fitorremediación: fitotecnologías para la recuperación de suelos. Ecosistemas, revista científica y técnica de ecología y medio ambiente. Disponible (URL:[http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=490&Id\\_Categoria=9&tipo=portada](http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=490&Id_Categoria=9&tipo=portada)).

CASTRO, R., P. SANCHEZ., A. PEÑA, G. ALCANTAR., G. BACA., y R. LOPEZ. 2000. Niveles críticos, de suficiencia y toxicidad de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en el extracto celular de peciolas de tomate de cascara. Terra Latinoamericana. 18:141-145p.

DELGADILLO, A.E, GONZALEZ, C.A, PRIETO, F, VILLAGOMEZ, J.R y ACEVEDO, O. 2011. fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación. Tropical and Subtropical Agroecosystems. (14): 597 p.

DIETZ, A y SCHNOOR J., 2001. Advances in Phytoremediation. Environmental Health Perspectives. Department of Civil and Environmental Engineering, University of Iowa, Iowa City, Iowa, USA. Vol. 109.

DUNCAN T., 2009. Floating treatment wetlands – floating biofilter research trial. In: Stormwater 2009 conference-Australia.

HERNÁNDEZ F, J. 2009. Cultivo de frijol. Manual de recomendaciones técnicas de frijol. Ed. Ministerio de Medio Ambiente. 78 p.

LONDOÑO, L. A y C. MARIN. 2009. Evaluación de la eficiencia de remoción de materia orgánica en humedales artificiales de flujo horizontal subsuperficial alimentados con agua residual sintética. Requisito parcial para optar el Título de tecnólogo químico Director: Diana

Salas Quintero Ingeniera Sanitaria Universidad Tecnológica de Pereira, facultad de tecnología escuela de tecnología química Pereira. 43p.

LIFE- Environmental Funding, 2005. New floating macrophyte filters systems for the Mediterranean region (LIFE02 ENV/E/182). Final report (01/10/2002 – 30/09/2005).

MEDINA, G. A., M, OROZCO., J. L. BOLIVAR y P.J. RAMIREZ. 1999. Acumulación y concentración de nitrógeno, fósforo y potasio en *Gypsophila paniculata* L. cv. Perfecta. *Agronomía Colombiana*16: 46-50.

ALAVER, L. V. 1993. Conceptos básicos sobre la nutrición de minerales en las plantas 172p.

MAROTO, J.V. 2002. Horticultura herbácea especial. Quinta edición. Libro impreso en España. Pág. 634.

MEDINA A., G.A., BOLIVAR R., J. L. 1993. Análisis de crecimiento y acumulación de nutrientes de *Gypsophila paniculata* L. cv perfecta bajo condiciones de invernadero en la sabana de Bogotá. Tesis de grado. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 163p.

MENTABERRY A., 2008. Fitorremediación. Curso de Agrobiotecnología, Departamento de fisiología, biología molecular y celular. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires, Argentina.

MORILLO, G. ORTEGA, B. ARAUJO, I.ISEA, D.ANGULO, N Y VARGAS, L. 2009. Utilización de aguas residuales tratadas en cultivos hidropónicos de pimentón, *Capsicum annum* L. revista Ciencia v.17 (1) : 12p

MORILLO y COL .2009. Citado por MORILLO, G, ORTEGA, B, ARAUJO I, ISEA D, ANGULO N & VARGAS, L. 2009. Utilización de aguas residuales tratadas en cultivos

PALACIOS, G y MURILLO, J. 2013. Análisis del desarrollo de tomate *Lycopersicon sculentum* y *Capsicum annum* en un sistema de cultivo hidropónico utilizando agua residual como base nutricional en la Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba municipio de Quibdó. Tesis de pregrado para obtener el título de ingenieros agroforestal. Quibdó – Colombia. Facultad de ingeniería. Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba. 58p.

PAN J., SUN H., NDUWIMANA A., WANG Y., ZHOU G., YING Y., ZHANG R., 2007. Hydroponic plate/fabric/grass system for treatment of aquacultural wastewater. *Aquacultural Engineering*. Vol. 37: 266-273p.

PRECIADO, P., G. A BACCA., J.L TIRADO., J, KOHASHI., L, TIJERINA., A, MARTINEZ. 2003. Presión osmótica de la solución nutritiva y la producción de plántulas en melón. *Terra Latinoamericana*. 21: 461-470.

TORRES J. C 2009. fitorremediación de aguas residuales por hidroponía. Tesis de maestro en ciencias en ingeniería ambiental. México DF. Instituto politécnico nacional. Escuela superior de ingeniería y arquitectura.

RESH M., H. 2006. Cultivos hidropónicos. 5 ed. Editorial Mundial-Prensa. Barcelona, España.

REYES-MATAMOROS, J., MARTÍNEZ, D., ROLANDO RUEDA, R y TOBÍAS RODRÍGUEZ, T. 2013. Efecto del estrés hídrico en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de invernadero. *Revista Iberoamericana de Ciencias*. 1 (2): 4-12

ROMERO, J. 2010. Tratamiento de Aguas Residuales; Teoría y Principios de Diseño. Requisito parcial para optar al Título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá D.C-Colombia. 173p.

URQUHART, M. E. 2010. Resolviendo problemas - Investigación Transdisciplinaria. Depto Inv Operativa - Instituto de Cmputación Facultad de Ingeniería -UDELAR.

VAILLANT N., MONNET F., SALLANON H., COUDRET A. HITMI A. 2004 *J Environ Qual* 33: 695-702.

WHITE S.,SEDA B., COUSINS M., KLAINE y WHITWELL T., 2009. Nutrient Remediation Using Vegetated Floating Mats. Water Management Section 1. In: SNA Research Conference Vol. 54.