

**UNIVERSIDAD METROPOLITANA
RECINTO DE CUPEY
ESCUELA DE ASUNTOS AMBIENTALES**

**GUÍA DE ACTIVIDADES EDUCATIVAS PARA
TRABAJAR CULTIVOS ACUAPONICOS**

**SOMETIDO COMO REQUISITO DEL INTERNADO AMBIENTAL PARA
COMPLETAR ESTUDIOS GRADUADOS EN EDUCACION AMBIENTAL**

**LUZ LEYDA LÓPEZ FERNÁNDEZ
MARIBEL DEL TORO MARTINEZ
VYOMAR I. SANTIAGO FERNÁNDEZ
DICIEMBRE, 2008**

DEDICATORIA

Queremos dedicar nuestro trabajo con toda humildad y cariño a nuestros hijos.
Ellos representan lo mejor de nosotras. Son ellos nuestra inspiración y cada día
nos ayudan a ser mejores seres humanos...

AGRADECIMIENTOS

A nuestros familiares por su apoyo incondicional en este proceso. A la Doctora Joylin Guzmán por brindarnos todos los conocimientos y herramientas necesarias para nuestra investigación. Al Profesor Alexis Molinares por estar siempre que lo necesitamos al brindarnos no solo sus conocimientos si no consejos necesarios para realizar este trabajo con éxito. A la Profesora María Vilches Norat quien además de ser una excelente educadora ambiental nos apoyó y transmitió paz y esperanza durante todo este proceso que en algunos momentos fue tan cuesta arriba. A Braulio Castillo hijo, Rafael Balseiro y Weslie Ruíz por su incondicional ayuda al realizar este trabajo. A Leslie Rodríguez, director del Jardín Botánico y Cultural de Caguas por abrirnos las puertas de tan bello recinto para realizar nuestro internado.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	
<i>Trasfondo del Problema</i>	1
<i>Justificación del Trabajo</i>	2
<i>Metas y Objetivos</i>	3
CAPITULO II: REVISIÓN DE LITERATURA	
<i>Trasfondo Histórico</i>	5
<i>Marco Conceptual</i>	11
<i>Marco Legal</i>	27
CAPITULO III: METODOLOGÍA, HALLAZGOS Y ANÁLISIS.	30
CAPITULO IV: PROYECTO	
<i>Guía de Actividades sobre Cultivos Acuapónicos para Estudiantes de</i> <i>Escuela Intermedia</i>	37
<i>Guía Visual de Siembra Acuapónica</i>	107
<i>Sistema Casero para Cultivo Acuapónico</i>	115
<i>Manual de Instrucciones para Montar un Sistema Acuapónico</i> <i>Casero</i>	116
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
<i>Conclusiones</i>	126
<i>Recomendaciones</i>	127

Limitaciones127

APÉNDICES

Apéndices A – Carta a William Miranda Marín, Alcalde de Caguas 128

Apéndices A – Cesión de Derechos para talentos129

Apéndices A – Carta a el Cartel Records130

REFERENCIAS.131

RESUMEN

Un jardín botánico es un centro de desarrollo cultural, científico y educativo de importancia. Dentro de un jardín botánico se pueden llevar a cabo una gran variedad de actividades de educación ambiental. El Jardín Botánico y Cultural de Caguas sirvió de centro de internado para el desarrollo de un plan de educación ambiental basado en cultivos acuapónicos. El objetivo de este trabajo es la redacción de un manual de actividades dirigidas a maestros y estudiantes de escuela intermedia (séptimo a noveno grado) sobre los cultivos acuapónicos. La guía de actividades incluye un vídeo educativo de los sistemas acuaponicos y un manual de instrucciones para la construcción de un sistema acuapónico casero. El propósito de la guía es facilitar el entendimiento, el manejo y los beneficios de estos sistemas. Para la redacción de la guía se realizaron visitas guiadas al área de cultivos acuapónicos del Jardín Botánico y Cultural de Caguas, evaluación de guías educativas y de videos y libretos de educación ambiental.

ABSTRACT

A Botanical Garden is a place for scientific, cultural and educational development of great importance. At a botanical garden many environmental activities can take place. The Jardín Botánico y Cultural de Caguas served as the internship center for the development of an environmental education model based on aquaponic cultivation. The objective of this model is the creation of an activities manual specifically directed for educational professional and students of middle manual includes an educational video of the aquaponics systems and an instructions manual for the assembly of a home aquaponic system, to facilitate the understanding, management and benefits of this systems. To make this manuals we visited the aquaponic's at the Jardín Botánico y Cultural de Caguas, evaluated other manuals, videos and scripts about environmental education.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Trasfondo del Problema

La educación ambiental como proceso educativo general, enfatiza en la concienciación sobre los problemas ecológicos y socio culturales y promueve acciones con carácter preventivo y también remediativo. La necesidad de establecer programas de educación ambiental en las escuelas es un nuevo reto para las administraciones y gobiernos del mundo, que pueden ver en los jóvenes que son educados ambientalmente una alternativa a la solución de los problemas que afectan a la humanidad.

Existe en la humanidad una crisis de hambre. Se calcula que los hambrientos ascienden actualmente a 460 millones, de los cuales 40 por ciento son niños, la gran mayoría se encuentra ubicada en los países del Tercer Mundo (Viera, 1977). La falta de suelos de cultivo hace que esta crisis alimentaria sea mayor. Se debe recurrir a formas de cultivo que no necesiten suelo. La hidroponía y la acuaponía, son una alternativa.

La hidroponía es una técnica de producción agrícola en la que se cultiva sin suelo y donde los elementos nutritivos son integrados a una solución líquida. En un sistema hidropónico se puede cultivar todo tipo de plantas como hortalizas, flores, pastos, plantas ornamentales, plantas medicinales y hasta cactus. La hidroponía ha alcanzado estándares comerciales y se presenta como la alternativa para crear cultivos que brinden alimento para amortiguar el hambre en el mundo y para la degradación de los suelos por el uso de químicos

utilizados en los procesos agrícolas. La acuaponía, una variación dentro de la hidroponía, es un novedoso sistema integral que combina la producción acuícola con el cultivo de plantas por medio de una técnica que no utiliza el suelo.

Entendemos que los estudiantes de todos niveles académicos deben exponerse a estos sistemas de cultivo y su manejo, para comprender su importancia como fuente de alimentos. Se deben establecer actividades dentro de los cursos de ciencias en donde se provean experiencias con estos cultivos en los lugares donde se encuentren. Según Dewey (2008), se aprende mediante el enfrentamiento con situaciones y problemas que surgen en el curso de las actividades que han sido pertinentes a las experiencias vividas. Aprender haciendo es la mejor forma para que nuestros niños sean seres ambientalmente educados con la capacidad de resolver la crisis de hambre por la que pasa nuestro planeta.

Justificación del Trabajo

La escasez de alimento, los recursos hidrológicos comprometidos, la amenaza de especies que se convierten en plagas para las siembras y la poca disponibilidad de terrenos aptos para cultivo, son algunas de las razones que ha llevado a la búsqueda de medios de cultivo alternativos. Incluir en las clases de ciencias experiencias que le brinde a los alumnos la oportunidad de interactuar con siembras acuapónicas, comprender su manejo y la importancia de las mismas es la razón de este trabajo.

Existen pocos materiales que faciliten a los educadores la interacción de sus alumnos en el tema de los cultivos sin suelo. Es necesario que se diseñen actividades de inicio para que el educando se familiarice con el tema de la acuaponía, otras que se desarrollen en el área de los cultivos acuapónicos y finalizar con actividades que realicen los estudiantes en las escuelas que conduzcan a que se establezca una siembra acuapónica.

El Jardín Botánico y Cultural de Caguas posee áreas extensas de siembras acuapónicas que necesitan ser habilitadas como zona de visitas para estudiantes. Actualmente carece de material educativo sobre la siembra sin suelo. El material creado será útil para visitas de jóvenes de escuela intermedia y se espera que luego de las actividades se implementen siembras acuapónicas en cada una de las escuelas interesadas. De esta manera aumentamos el nivel de conocimiento de la comunidad sobre el cultivo sin suelo.

Metas y Objetivos

El fin principal de este trabajo es la redacción de un manual de actividades dirigidas a maestros y estudiantes de escuela intermedia (séptimo a noveno grado) sobre los cultivos acuapónicos. El propósito del manual es facilitar el entendimiento, el manejo y los beneficios de estos sistemas. Para esto utilizaremos visitas guiadas al área de cultivos acuapónicos del Jardín Botánico y Cultural de Caguas.

Los objetivos que nos llevarán a completar el logro de la meta son:

1. Señalar la función y objetivos de los jardines botánicos.
2. Examinar el trasfondo histórico de los jardines botánicos.

3. Identificar la importancia de los cultivos acuapónicos, sus beneficios y su manejo.
4. Diseñar actividades que se realizarán durante la visita de los estudiantes a las áreas de siembra acuapónica.
5. Diseñar actividades que se realizarán luego de la visita al jardín botánico con el propósito de desarrollar técnicas de cultivos acuapónicos en las escuelas.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

Trasfondo Histórico

Desde la antigüedad, los jardines han sido lugares de desarrollo cultural y científico a nivel mundial. Juegan un papel ambiental clave por su compromiso con la preservación de las plantas. El término *jardín botánico* nace del latín *Hortus botanicus* y su origen se remonta a Teofrasto, discípulo de Aristóteles, quien entre los años 372 y 328 antes de nuestra era, poseyó una colección de plantas útiles y raras que le ayudaron a confeccionar una de las primeras obras de sistemática, geografía y botánica. Los monasterios también se dedicaron al cultivo de plantas y atendían colecciones de plantas medicinales en el siglo VIII. Estos jardines se consideran los precursores de los jardines físicos que se desarrollaron en el siglo XVI (Molina, 2000).

En el siglo XVI surge en Italia el primer jardín botánico destinado a la enseñanza. Estaba dirigido por Mateo Silvático un médico de Mantua. Luego surgieron más de estas instituciones que eran jardines medicinales también llamados jardines físicos o jardines de los simples, cuyo propósito principal era la provisión de materiales para las facultades de medicina en Italia, Francia y otros países occidentales. Otros jardines estaban adscritos a centros universitarios cuya finalidad era obtener material para las prácticas de los estudiantes de medicina. Los jardines medicinales más antiguos en Europa fueron todos establecidos en los siglos XVI y XVII: Pisa (1543), Zurich (1560), París (1597), Oxford (1621), Berlín (1679), entre otros (Molina, 2000).

En el siglo XVIII se define el jardín botánico dentro del sentido moderno con el surgimiento de los jardines de San Petesburgo en 1725, Berlin en 1744, Madrid en 1753, en Inglaterra en 1759, Viena en 1759, Zurich en 1760 y Cracovia en 1790 (Molina, 2000). Más adelante se establecieron jardines botánicos tropicales como instrumentos de expansión colonial y desarrollo comercial. Como ejemplo de ellos se encuentran el Jardín Botánico de Calcuta del siglo XVIII y los Jardines Botánicos Reales de Pamplemoussess en Mauricio, África. En Latinoamérica, después de la Conquista se crearon centros donde se recolectaba material vegetal que eran de interés de la Corona Española.

Para finales del siglo XVIII y el siglo XIX, las exhibiciones estrictamente utilitarias fueron gradualmente sustituidas por estudios comprensivos de plantas que estaban basados en los trabajos de Carlos Linneo. Los jardines fueron diseñados de forma que pudieran ser demostradas las relaciones entre las plantas. Los jardines de Europa comenzaron a recibir grandes cantidades de material vegetal proveniente del Nuevo Mundo, para ser exhibido, estudiados e identificados. Mientras la taxonomía ganaba prominencia, los jardines botánicos enfatizaban en los herbarios, laboratorios y sus bibliotecas (Costa, et al., 1997).

Los Jardines Cívicos fueron creados en el siglo XIX y XX. Estos enfatizaban en los aspectos horticulturales de sus colecciones vivas que fueron un poco abandonadas en los Jardines de Linneo. Los Jardines especializados fueron conocidos como estaciones experimentales que emergieron en el siglo XX. En las estaciones experimentales se enfatizaba la investigación en grupos particulares de plantas, las exploraciones florísticas y los estudios taxonómicos.

Se expandieron las colecciones vivas y preservadas y se convirtieron en centros líderes de investigación para la conservación de las plantas.

Actualmente los jardines botánicos son centros con una responsabilidad de protección genética de especies amenazadas, con la protección *ex situ* de plantas de importancia ecológica y económica. En los últimos 30 años los jardines botánicos se han consolidado como instituciones científicas dado el apogeo del movimiento conservacionista a nivel mundial (Albuerne, et, al. 2005)

En la Ciudad de Caguas se encuentra el Jardín Botánico y Cultural. El JBCC (Jardín Botánico Cultural de Caguas) es un parque temático diseñado para educar al público sobre la cultura puertorriqueña en relación con la naturaleza y la agricultura tropical. Este parque se ubica en el Barrio Cañabón de Caguas y ocupa unas 60 cuerdas de terreno que una vez eran parte del antiguo ingenio azucarero llamado Hacienda San José, centro azucarero de gran importancia en el Valle del Turabo para los siglos XIX y la primera mitad del siglo XX.

El JBCC está comprometido con el desarrollo económico y social de las comunidades vecinas. Promueve la educación y la autogestión de varias comunidades cagüeñas mediante talleres de tecnología sustentable, la composta, la propagación y propiedades de las plantas medicinales y otros diversos aspectos de la producción comercial de plantas y productos botánicos. Entre las áreas de interés incluyen la Huerta Frutal, el Humedal Tropical, la Arboleda Ancestral Africana, el Corredor Ribereño, el Bosque del Patrimonio, la Casa Jíbara con su siembra ecológica, el Palmar, la Arboleda Criolla del Siglo

XIX, el Bosque Florido, el Mariposario, el Jardín Acuático, el Centro de Investigaciones Arqueológicas, la Zona Histórica del Antiguo Ingenio Azucarero, el Lago de la Identidad Criolla, la Plaza Artesanal y la Plaza Agrícola Urbana con sus Naves de acuaponía, hidroponía, lombricultura, y producción de diversas plantas conocidas por su belleza, sus aromas, sus propiedades medicinales y culinarias entre otros usos.

Una serie de libros y manuales han sido publicados y le sirven al visitante como orientación sobre los árboles que existen en el jardín. Además, los senderos, bordeados de heliconias, jengibres, bromelias, orquídeas, palmas y otras plantas de gran belleza se presentan al visitante con rotulación educativa.

La Arboleda Ancestral Taína es un homenaje a nuestros antepasados indígenas. Cuenta con cinco monolitos, 50 especies de árboles nativos o traídos por los taínos; todos recursos importantes para la vida de nuestros antepasados indígenas.

La Arboleda Ancestral Africana es una ofrenda de recordación a los antepasados afro antillanos. Hospeda unas 50 especies de árboles y plantas herbáceas nativas de África continental y Madagascar, nativas de otros lugares pero que llegaron a las Antillas desde África.

La Casa Jíbara y la Siembra Agrícola Familiar, ubicada sobre casi dos cuerdas de terreno, está diseñada para honrar a los abuelos campesinos de Puerto Rico. La exhibición incluye la siembra de cerca de 100 especies de árboles y plantas herbáceas que contribuían al autoabastecimiento de las familias criollas de arraigo agrícola. Como centro educativo, cuenta con múltiples

talas, logradas con tecnologías tradicionales y orgánicas y el salón principal de la Casa Jíbara, destinado a hospedar exhibiciones, charlas y talleres.

El Bosque del Patrimonio incluye 36 especies de árboles nativos y endémicos. Estos contribuyen al plan de conservación del Jardín. Todas estas especies tienen valor como árboles ornamentales.

En el Sembradío del Artesano Puertorriqueño encontramos 60 de las especies de árboles, hierbas y bejucos más útiles para los artesanos del país.

La Arboleda Criolla del Siglo XIX, explora los usos de 15 especies de árboles cagüeños productores de madera y de importancia comercial durante la década de 1830. Córdova (1968) cronista español, documentó en sus Memorias geográficas, históricas, económicas y estadísticas de la Isla de Puerto Rico las especies de árboles de madera más importantes del territorio municipal de Caguas: “Las maderas más abundantes son el capá blanco y prieto, moca, granadillo y algunos tortugos que destinan a estantes de casas, palo blanco, ausubo, almendrillo, laurel, aceituno, tabonuco, guaraguao, y roble que sirven para tablas, algarrobo y cedro con igual acomodo y para pulir..”

La Huerta Frutal exhibe 40 especies frutales, tanto nativas como introducidas. Estos árboles proveen bebidas y alimentos sabrosos y nutritivos, medicina, sombra, madera y gran variedad de funciones ecológicas. La interpretación en la Huerta enfatiza todos los usos de cada especie, inclusive sus usos artesanales y medicinales.

La Zona Histórica ofrece al público la oportunidad de observar excavaciones activas que revelan evidencia de asentamientos precolombinos y

los cimientos del antiguo ingenio azucarero y diversas estructuras asociadas al procesamiento de la caña.

El Corredor Ribereño es parte del proyecto Honor al Río, iniciativa que tiene el propósito de concienciar al público sobre la importancia de los ríos y acercarlos los unos a los otros por medio de parques lineales y paseos tablados, arboledas, actividades culturales, obras de arte estacionarias y una amplia campaña de educación popular.

El Humedal del Jardín Botánico se está restaurando para servir como laboratorio viviente para investigadores, maestros y estudiantes. Entre la vegetación presente se encuentra el Jacinto común de agua (*Eichhornia crassipes*), lirio de agua (*Nymphaea ampla*), ruella (*Ruellia tuberosa*), palo de pollo (*Pterocarpus officinalis*), cobana negra (*Stahlia monosperma*) y emajaguilla (*Thespesia populnea*). El Humedal tropical es un proyecto que celebra la biodiversidad de plantas y animales que habitan estos ecosistemas tan importantes. Esta atracción natural ilustra la cadena alimenticia y otros conceptos ecológicos importantes.

Marco Conceptual

Un jardín botánico es una institución compleja. Son centros de desarrollo cultural y científico de importancia. Tradicionalmente, los jardines han sido considerados imágenes comprensibles del mundo y los espacios más bellos que el hombre puede habitar por que se relacionan con el equilibrio entre naturaleza y cultura (Muñoz, et al., 2001).

Los espacios naturales en los jardines botánicos, ofrecen un rico patrimonio tanto natural como cultural e histórico, que proporciona una gran cantidad de conceptos que ponen de manifiesto los valores e intereses de cada área. En investigaciones sobre educación, una visita al jardín botánico puede ser utilizada para introducir los temas de identidad, lugar en la sociedad, e identidad multicultural a grupos de estudiantes del curso de estudios sociales de escuela primaria (Jones, 2002).

La definición más reciente de un jardín botánico fue dada por la BGCI (Botanic Gardens Conservation International) y abarca la esencia de un jardín botánico: “un jardín botánico es una institución que mantiene colecciones documentadas de plantas vivas con el propósito de realizar investigación científica, conservación, exhibición y educación” (Wyse, 1999). En la actualidad, el total de instituciones que mantienen colecciones vivas a nivel mundial listadas por el BGCI es de 1846, distribuidas en 148 países. Alrededor del 60% de los jardines botánicos del mundo se encuentran situados en regiones templadas, en América del Norte, Europa y los países de la antigua Unión Soviética. En áreas donde existe una excepcional concentración de especies con altos niveles de

endemismo como son Sur América, sudeste de Asia y África, existen pocos jardines botánicos (Wyse, 2000).

Según Wyse (1999), un jardín botánico debe tener unas características que lo distinguen. Entre ellas: debe tener plantas debidamente rotuladas; una base científicamente fundamentada para las colecciones; una comunicación de información con otros jardines, instituciones, organizaciones y el público en general; un intercambio de semillas u otros materiales con otros jardines botánicos o estaciones de experimentación; responsabilidad y un compromiso a largo plazo para el mantenimiento de colecciones de plantas; tener programas de investigación en taxonomía de plantas en herbarios asociados; mantener un monitoreo de las plantas en su colección; estar abierto al público; promover la conservación a través de actividades de educación ambiental; una documentación apropiada de las colecciones, incluyendo el origen silvestre; y llevar a cabo investigaciones científicas o técnicas sobre las plantas en las colecciones.

Wyse Jackson (1999) plantea que los jardines botánicos son instituciones que poseen colecciones documentadas de plantas vivas con los propósitos de investigar, conservar, exhibir y educar. Las misiones de estos centros, según la Estrategia para la Conservación en los Jardines Botánicos publicada por BGCI-IUCN-WWW (1999), se puede resumir en: frenar la pérdida de especies de plantas y su diversidad genética en el mundo, enfatizar sobre la prevención de degradaciones futuras en el ambiente natural mundial, elevar los conocimientos sobre el valor de la diversidad vegetal y sus amenazas, implementar acciones

prácticas para el beneficio y mejora del ambiente natural del mundo, y promover y asegurar el uso sostenible de los recursos naturales del mundo para las presentes y futuras generaciones.

Los jardines botánicos, como instituciones basadas en colecciones, tienen una conexión especial con la naturaleza y una misión de conservación. Expertos vaticinan que se están extinguiendo 19 especies de plantas cada hora, 456 cada día y 167 000 al año. Es necesario recurrir a todos los medios necesarios para prevenir una catástrofe ecológica (Albuerne et al., 2005). Desde hace aproximadamente cuatro décadas estas instituciones se han mostrado interesadas en la ciencia de la conservación y se han hecho más proactivos ante la pérdida de biodiversidad (Miller et al., 2004).

Los jardines botánicos deben enfocar sus esfuerzos hacia una combinación de trabajos de conservación *in situ* y *ex situ*. Todas las plantas deben conservarse en sus ambientes naturales como poblaciones expuestas a sus procesos naturales de evolución. Esto si se da en áreas protegidas como reservas naturales, parques nacionales y refugios de vida silvestre, entre otras. Esto es lo que se conoce como conservación *in situ*. Los jardines botánicos contribuyen a la conservación *in situ* asumiendo responsabilidad de establecer y gestionar pequeñas reservas, dentro del sistema de áreas protegidas existente, donde se haga énfasis en la conservación de poblaciones y especies concretas y manteniendo, dentro de sus propios límites, áreas de vegetación natural. Para que este trabajo de conservación sea uno adecuado se debe establecer un inventario de las plantas que existan en el jardín. Se debe realizar investigación

sobre la estructura de las poblaciones, su biología reproductiva, horticultura, entre otros estudios.

La conservación *ex situ* es una herramienta poderosa de la que se valen los jardines para fomentar la conservación. Según Heywood (1989) en la Estrategia para la Conservación en Jardines Botánicos: “El propósito de la conservación *ex situ* es el de proveer custodia para su protección. Esta es justificable únicamente como parte de una estrategia general de conservación con el fin de asegurar la supervivencia.” La conservación *ex situ* puede incluir el mantenimiento de muestras de todas las plantas, como también semillas, polen, propágulos vegetativos y cultivos de tejidos o células. Existen algunas categorías de plantas que por su condición requieren incluirse en programas de conservación *ex situ*. Entre ellas se señalan: especies que tienen un peligro inmediato de extinción, local, nacional, como internacional; especies de importancia económica local; especies que se requieren para ser reintroducidas en lugares específicos y especies de interés científico, endémicas o pertenecientes a relictos geográficos.

Los viveros, herbarios, laboratorios y bancos de semillas son algunas instalaciones e infraestructuras que se deben desarrollar en los jardines botánicos para hacer efectiva su acción de conservación. La conservación *ex situ* es comúnmente considerada como preservación más que conservación. Ambos métodos en la práctica pueden ser considerados como acercamientos que se refuerzan uno al otro.

La Red de Jardines Botánicos de Cuba es un ejemplo de la práctica de la conservación como se describe en la Agenda Internacional particularmente las secciones 2.3 - 2.6. Esta red colabora con agencias y organizaciones nacionales e internacionales en cumplimiento con la sección 2.19. A través de un programa de educación ambiental han levantado conciencia de la labor del jardín (sección 2.10) y cumplen con las disposiciones de capacitación del personal constantemente como se estipulan en la Agenda Internacional en la sección 2.9 (Leiva, 2006).

La investigación es otra de las metas de los jardines botánicos en el mundo entero y debe ser reconocido y apoyado como un componente vital en el desarrollo de la conservación de la biodiversidad. Muchos jardines botánicos tienen la infraestructura necesaria para llevar a cabo programas de investigación. Otros están asociados a Universidades, las que los apoyan en el desarrollo de programas de investigación y la capacitación de personal experto en botánica, biología de conservación, genética para la conservación, ecología, horticultura, genética molecular, ecología de la restauración y otras áreas. Los que no cuentan con los recursos para llevar sus investigaciones, apoyan con sus bibliotecas y colecciones.

Tradicionalmente las investigaciones que se llevan a cabo son sobre taxonomía de las plantas, principalmente a través de la preparación y publicación de trabajos en esta área, los que son indispensables para llevar a cabo programas de conservación. Los jardines están comprometidos con la capacitación de futuros taxónomos y con el apoyo del desarrollo de

investigaciones en taxonomía en lugares donde las colecciones estén pobremente desarrolladas.

El Jardín Botánico de Río de Janeiro es uno de los centros de investigación científica en Brasil. Sus investigaciones se centran en el manejo de la biodiversidad de las plantas de Brasil. Dentro de sus recursos para la investigación cuentan con una colección de más de 453,000 especímenes en su herbario. En el 2005 digitalizaron sus datos (Guedes-Bruni, et al., 2008).

Una de las metas principales de los programas de investigación de los jardines botánicos es buscar un incremento de la conciencia del público en general acerca de la importancia de la investigación sobre la flora como instrumento para conservar la biodiversidad. Esta meta se logra mediante un programa efectivo de educación ambiental.

Según se establece en la Agenda para la Conservación de los Jardines Botánicos, los jardines deben constituirse como centros para la educación ambiental, mediante la elaboración de programas de educación que cuenten con personal capacitado y recursos apropiados.

Los jardines botánicos son excelentes centros para la educación ambiental, puesto que con sus colecciones de plantas vivas pueden proveer un espacio importante para la educación sobre la conservación de los recursos vegetales. Debe ser considerado que la conservación de la biodiversidad sólo se puede lograr cuando la sociedad logre un entendimiento sobre su distribución, su valor y cómo esta influye su vida y su bienestar.

El público primario de los jardines botánicos está integrado por estudiantes de diferentes niveles escolares siendo los de escuela primaria y secundaria los más que frecuentan estas instituciones. Los profesores que los acompañan son responsables de diseminar el mensaje de conservación ambiental. Por último tenemos al público general, muy grande y diverso, por lo tanto es necesario que el mensaje del jardín sea claro para llegar a diferentes tipos de público.

Los jardines botánicos están en posición de ayudar a que las personas aprecien los problemas ambientales desde una visión holística. Tienen la misión de considerar la sustentabilidad desde un punto de vista científico (Galbraith, 2003). De este modo los jardines botánicos se convierten en centros de importancia para la educación para la sustentabilidad, poniendo un toque filosófico a la visión científica que ayude a unir los campos de la ecología y la ecología humana.

Según García (2005), las expectativas de una visita al jardín botánico podrían basarse en una sobria visita guiada por las áreas del jardín y el reconocimiento de los ejemplares allí presentes en donde los espectadores estén a merced del “que me encuentre”. Estas expectativas pueden cambiar cuando el jardín botánico establece un programa sólido de educación ambiental. Esta visita puede transformarse en una experiencia educativa que le resulte pertinente a los objetivos de los currículos de ecología, botánica, genética y ciencias generales. Además de los objetivos conceptuales se puede cumplir con

los objetivos actitudinales (de sensibilización), necesario para la acción ambiental.

La educación ambiental no debe limitarse a intercambiar información y conocimientos fragmentados sobre algunos aspectos y problemáticas ambientales del espacio, como puede ser la extinción de especies animales y vegetales, la contaminación del agua y el aire, etc. Se debe tener una nueva visión o enfoque en el que se valoren las relaciones del hombre con su medio ambiente.

Una de las finalidades de la educación ambiental podría ser la de permitir a las personas comprender la compleja estructura del medio y el resultado de la interacción de sus aspectos físicos, biológicos, sociales y culturales. Por lo tanto, deberá proporcionar a los individuos los medios para saber interpretar la interdependencia de los diversos elementos en el espacio y en el tiempo, de tal forma que favorezcan la utilización razonable y prudente de los recursos que son necesarios para satisfacer las necesidades tanto materiales como culturales que actualmente tiene la humanidad.

La educación ambiental en la actualidad, está incorporada a todas las principales estrategias internacionales y conferencias mundiales para la conservación de la biodiversidad y desarrollo sustentable. Los jardines botánicos tienen un papel clave para la implementación de estas estrategias y estatutos establecidos en las conferencias mundiales como la Agenda 21 y Tbilisi. Los jardines botánicos no trabajan aislados, forman parte de un movimiento que está

creciendo en todo el mundo para lograr que la educación ambiental sea accesible a todos.

La Conferencia Intergubernamental de las Naciones Unidas sobre educación ambiental celebrada en Tbilisi, Georgia (1977) hizo un llamado para el abordaje holístico y biopolítico de la educación ambiental. Dentro de las metas de la educación ambiental recomendadas en Tbilisi se encuentran: (1) fomentar la conciencia y preocupación de una interdependencia económica, social, política y ecológica en áreas rurales y urbanas; (2) dar a todos oportunidades de adquirir conocimientos, valores, actitudes, compromisos y capacidades necesarios para proteger y mejorar el medio ambiente; (3) crear nuevos patrones de comportamiento en los individuos, grupos y en la sociedad como un todo en relación con el medio ambiente.

La Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y Desarrollo (UNCED), la Cumbre de la Tierra, llevada a cabo en Río de Janeiro, Brasil tuvieron como consecuencia la Agenda 21 y El Convenio sobre la Diversidad Biológica los cuales enfatizaron la necesidad de tener más educación, conciencia pública y capacitación. Para desarrollar un programa de educación ambiental efectivo, el jardín debe decidir qué tipo de proyectos realizará, a quien irán dirigidos y en cuales aspectos específicos de la conservación y conciencia ambiental va a concentrarse.

Los grupos meta pueden ser definidos de acuerdo a la relación que tienen con los problemas ambientales y la forma en que pueden contribuir a su manejo (Ham, 1997). Los intereses de las personas y sus actitudes hacia el ambiente se

han atribuido a la exposición a espacios naturales, actitudes de los padres y familiares, nivel de educación, participación en organizaciones ambientales y la disponibilidad de ambientes naturales cercanos (Sherburn, 2004).

Dentro de los grupos meta podrían encontrarse: escuelas, maestros, clubes de jóvenes, universidades, agricultores y horticultores, amas de casa, empresas, arquitectos paisajistas, grupos comunitarios, botánicos y conservacionistas de otros jardines botánicos, personal del jardín botánico, entre otros. Puede que las limitaciones financieras hagan imposible que se alcancen todos estos grupos. Cada jardín tiene que establecer sus prioridades de acuerdo al mensaje que desea transmitir y las instalaciones que dispone.

Para desarrollar un programa de educación ambiental, el jardín botánico debe decidir el tipo de proyecto que realizará, a quién va dirigido y en cuáles aspectos específicos de la conservación y conciencia ambiental va a concentrarse. Para hacer esto, cada jardín botánico necesita preparar por escrito un plan de educación y concienciación, identificando y priorizando; (1) los mensajes sobre conservación y sustentabilidad del jardín, (2) los grupos meta, (3) las instalaciones necesarias, (4) el conocimiento necesario que requiere cada grupo para comprender el mensaje de conservación, (5) las habilidades que cada grupo necesita, (6) las actitudes y comportamientos a ser alentados, y (7) los proyectos a ser desarrollados (Wilson, et al., 1994).

Al decidir sobre los proyectos que se realizarán debe incluir el mensaje de conservación que se quiere transmitir a cada grupo. Un jardín botánico puede

llevar varios aspectos de la conservación de las especies vegetales a distintos grupos. Cada jardín debe tener en cuenta las instalaciones que dispone.

Es importante relacionar las metas y objetivos de los proyectos educativos con los objetivos generales del jardín botánico. Cada jardín deberá tener una misión delineada con la participación de su personal de educación. Para poder armar un buen programa de educación, el personal del jardín debe conocer bien la misión. La producción de recursos educativos debe estar de acuerdo a las necesidades del jardín. Una evaluación previa asegurará que todo el material educativo producido apoye las metas y los objetivos del programa.

Para tener éxito es importante que el programa de educación tenga el personal asignado específicamente para educación. Es necesario dedicar tiempo específicamente para el desarrollo y ejecución del programa de educación ambiental. La cantidad de tiempo dependerá del personal disponible. Es importante que el personal del jardín brinde apoyo al personal de educación como le sea posible. Son necesarias reuniones frecuentes entre las personas dedicadas a la educación ambiental para evaluar el progreso del trabajo en esta área. El jardín debe destinar parte de su presupuesto para la educación y una persona responsable de manejarlo.

Los educadores deben ser conscientes del conocimiento previo con el que cuentan los grupos meta. Se debe tener conocimiento de las ideas erróneas que en general tienen los visitantes sobre los jardines botánicos. Una forma de indagar sobre conocimiento actual, valores y concepciones erróneas de los grupos meta es elaborando cuestionarios y realizando entrevistas.

La educación ambiental no consiste solo en informar, es responsabilidad del programa de educación ambiental de los jardines botánicos alentar un cambio en las actitudes y el comportamiento de las personas. Estos programas pueden ayudar a niños y adultos a desarrollar aptitudes sociales como la de colaboración y la comunicación. Los educadores precisan definir cuáles habilidades desean alentar y desarrollar, especialmente cuando trabajan con niños.

Dentro de un jardín botánico se pueden llevar a cabo una gran variedad de actividades de educación ambiental. Dentro de estas podemos destacar: exhibiciones interactivas, juegos y simulaciones, visitas guiadas, teatro, demostraciones en las colecciones, letreros interpretativos, entre otros. Se debe comenzar con pequeños programas experimentales que puedan ser evaluados con la ayuda de los involucrados, antes de expandirse a programas más amplios. También es importante involucrar a los maestros en el desarrollo de estos programas y materiales educativos pues esto dará una visión a los educadores del jardín de las necesidades de educación de los estudiantes en general.

El método a utilizarse para implementar las actividades de educación ambiental va a variar de un jardín a otro y dependerá del mensaje que se quiera comunicar, la audiencia a alcanzar, las actividades a llevar a cabo entre otros factores. La metodología utilizada para llevar a cabo el mensaje ambiental debe permitir que los estudiantes cuestionen, establezcan metas y decidan sobre sus

propios valores y metas. El papel del maestro debe ser el de facilitador que permita abrir un espacio para el debate.

El alumno debe querer aprender, estar ubicado en un ambiente de aprendizaje apropiado y estar interesado en el material educativo para mantener la atención. Para esto la motivación es el eje central. Es importante que el educador cree una atmósfera que ayude a que el educando se interese por lo que se pretende enseñar. Estos necesitan sentirse retados y en confianza para hacer preguntas y buscar soluciones.

El aprendizaje a través de la experiencia estimula a los alumnos a ver, oír, sentir, degustar u oler los objetos estudiados. Si se permite que los niños experimenten con su medio ambiente, el aprendizaje se les hace pertinente y su interés por cuidarlo se hace más fuerte. El aprendizaje por experiencia les permite a los individuos entender que no siempre se encuentra la solución correcta a los problemas con el primer intento.

Los jardines botánicos deben enseñar con el ejemplo y ser conscientes de que son un modelo para el público. Los materiales deben producirse de una forma responsable con el medio ambiente. Una manera de lograr esto es utilizando materiales reciclados, fertilizantes orgánicos, implementar un sistema de control de plagas y enfermedades que no afecte al ambiente, uso de compostaje entre otras prácticas.

La investigación en siembras hidropónicas es un tema que se está trabajando en algunos jardines botánicos del mundo y un área de oportunidades para establecer un programa de educación ambiental. La hidroponía es la

ciencia que estudia el cultivo de las plantas en soluciones acuosas. Se usa un método en el cual se suplen todos los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas por medio de una solución nutritiva. Por lo general, se utiliza algún soporte como grava, arena, piedra pómez o serrín. El origen de la hidroponía se remonta al 1600 cuando el belga John Van Helmont demostró que las plantas obtenían sustancias del agua (Riera, 2003).

Según FAO (1990), el término hidroponía aplica la producción sin suelo como medio de cultivo, eso incluye los cultivados en agua. La hidroponía es un método excelente para cultivar hortalizas y plantas ornamentales en lugares donde la tierra sea un recurso limitado. En otras palabras, podemos sembrar una gran variedad de plantas usando esta tecnología en lugares con buena ventilación e iluminación para que puedan crecer y producir frutos. En Costa Rica, la producción de hortalizas hidropónicas se ha incrementado en los últimos años. Se estima que hay aproximadamente 25 microempresarios que se dedican a esta labor (Montero et al., 2007). En Puerto Rico existen sobre diez agricultores que utilizan la hidroponía para producir hortalizas, especias y plantas ornamentales (Riera, 2008). Actualmente contamos con una extensión de 55 cuerdas bajo umbráculos dedicados a la siembra de lechuga del país, cilantrillo, tomates, recaó, pimiento morrón, ajíes dulces y plantas aromáticas. Los proyectos están distribuidos a través de toda la isla. Gran parte de estos productos son recogidos y vendidos.

La acuicultura consiste de sistemas diseñados para cultivar grandes cantidades de peces en volúmenes de agua relativamente pequeños al tratar el agua para remover desperdicios tóxicos y luego rehusarlos (Rakocy, et al., 1992). En el proceso de rehusar el agua muchas veces se acumula el material orgánico y los nutrientes no tóxicos. Estos deben ser utilizados en cultivos secundarios para no ser desperdiciados. Según Galvéz (n.f.), La acuicultura ha sido practicada en los países asiáticos durante varios siglos. Sin embargo, es una nueva forma de agricultura en varios de los países africanos y latinoamericanos.

La acuaponía es una mezcla entre la acuicultura y la hidroponía. Los principios de la acuaponía fueron encontrados en China, Egipto e India. Se piensa que Leonardo Da Vinci también experimentó en este campo. En la acuaponía se crían peces en estanques y el agua de los estanques se utiliza para alimentar un sistema de riego hidropónico. El resultado es agua limpia para los peces y fertilizante para las plantas. De acuerdo a Diver (2006) esta actividad está ganando atención como un sistema biointegrado de producción de alimentos, y que podría realizarse en los sistemas de circulación cerrados de acuicultura.

En acuaponía, los efluentes ricos en nutrientes de los tanques de los peces son usados para fertilizar la producción hidropónica (Diver, 2006). En este sistema, las raíces de las plantas y la rizobacterias remueven los nutrientes del agua; estos nutrientes, generados por las heces de los peces, algas y la descomposición de los alimentos, son contaminantes que si no se remueven

podrían alcanzar niveles tóxicos para los peces, pero dentro de un sistema acuapónico, sirve como fertilizante líquido para el crecimiento hidropónico de las plantas. A su vez, las camas hidropónicas funcionan como un biofiltro, mejorando de esta forma la calidad del agua, que será recirculada nuevamente en los tanques de los peces.

La siembra acuapónica presenta ventajas como: (1) la posibilidad de obtener una mayor densidad de plantación pues la iluminación y el tamaño de la planta son los únicos factores que limitan la cantidad de plantas por unidad de área, (2) el ambiente y el clima es mas fácil de controlar (falta o abundancia de lluvia, castigo del sol, temperaturas inadecuadas, vientos, entre otros), (3) por lo general, los frutos son firmes y menos perecederos, lo que permite cosechar la fruta madura y enviarla a mercados distantes, (4) no hay que controlar yerbajos, (5) debido a que no se utiliza tierra y se controla la humedad sobre el follaje, se pueden controlar mejor las enfermedades del follaje, los insectos, las enfermedades de las raíces y no es preciso la rotación de cultivos para evitar estas plagas, (7) las plantas no sufren durante el proceso de trasplante, ya que no se altera el sistema de raíces, y (8) no existe estrés hídrico y hay un alto grado de eficiencia en el uso del agua; con un uso apropiado puede reducirse las pérdidas por evaporación y no existe percolación.

Dentro de las desventajas de los sistemas se encuentran los siguientes: (1) se debe mantener una cantidad adecuada de peces para alcanzar los nutrientes adecuados para el sistema (2) la aparición de algas en los tubos

debido a la interacción entre la luz solar y los nutrientes y (3) es necesario mantener el pH en 7.

Marco Legal

La Sección 19 del Artículo VI de la Constitución de Puerto Rico dispone que sea política pública del Estado Libre Asociado la más eficaz conservación de sus recursos naturales, así como el mayor desarrollo y aprovechamiento de los mismos para el beneficio general de la comunidad [...]. La Ley Núm. 81 de 30 de agosto de 1991, conocida como la Ley de Municipios Autónomos, enuncia la política pública que oficializa el principio de autonomía municipal de la siguiente manera: “[...] se declara como política pública del Estado Libre Asociado de Puerto Rico otorgar a los municipios el máximo posible de autonomía y proveerles las herramientas financieras, así como los poderes y facultades necesarias para asumir una función central y fundamental en su desarrollo urbano, social y económico”.

El inciso (h) del Art. 2.004 de la referida Ley Núm. 81 autoriza expresamente al municipio a establecer estrategias, y desarrollar proyectos y planes dirigidos a la ordenación de su territorio, a la conservación de sus recursos y a su óptimo desarrollo.

El Municipio Autónomo de Caguas, bajo ordenanza municipal y consiente de la necesidad de la preservación de terrenos de importancia ecológica para establecer reservas naturales, áreas protegidas y servidumbres de

conservación, e inspirado en la disposición constitucional, en el principio de autonomía y al amparo de del artículo 17.016 de la Ley de Municipios Autónomos propuso la creación de la “Corporación para la Creación del Patrimonio Natural y Cultural de Caguas” como una corporación sin fines de lucro.

Esta corporación provee el andamiaje administrativo necesario, ágil y eficaz para canalizar la gestión de conservación, persiguiendo la autosuficiencia fiscal. Su creación representa el cumplimiento de un deber ineludible, por ser ministerial, por parte del Municipio Autónomo de Caguas ante sus constituyentes, ante el País y de frente al futuro. Esta pieza legislativa tiene el propósito de promover alianzas colaborativas con la empresa privada, el sector educativo con el fin de incorporar el principio de desarrollo regional y fomentar la participación ciudadana.

Además de autorizar la creación de la *Corporación Para la Conservación del Patrimonio Natural y Cultural de Caguas*, esta Ordenanza viabiliza que dicha corporación y el Municipio Autónomo de Caguas puedan hacer uso de un valioso instrumento ya existente, por virtud de una ley, para propiciar la donación y conservación de propiedades a perpetuidad sin el pesado costo de adquisición para el Municipio. Se trata del mecanismo de servidumbre de conservación creado mediante la Ley Núm. 183 de 27 de diciembre de 2001, según enmendada por la Ley Núm. 138 de 4 de junio de 2004, que elabora y dispone un incentivo contributivo otorgado por el Departamento de Hacienda de Puerto Rico, para fomentar el establecimiento de dichas servidumbres. Este incentivo

consiste en conceder un crédito contributivo a la persona natural o jurídica que done la servidumbre de conservación o un terreno elegible a una entidad gubernamental y a una organización sin fines de lucro dedicada a la conservación del ambiente, características ambas de la propuesta *Corporación Para la Conservación del Patrimonio Natural y Cultural de Caguas*.

La *Corporación de Conservación Etnoecológica Criolla Inc.* fue registrada como una corporación sin fines de lucro organizada bajo las leyes de Puerto Rico el 7 de marzo de 2007. Dicha corporación administra el Jardín Botánico y Cultural de Caguas.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA, HALLAZGOS Y ANÁLISIS

Tomando en consideración la necesidad de material educativo sobre los cultivos acuapónicos nuestro proyecto tuvo como finalidad la redacción de una Guía de Actividades para trabajar cultivos acuapónicos para estudiantes de escuela intermedia, una Guía Visual de Siembra Acuapónica, un Sistema Casero de Acuaponía y un Manual para Desarrollar Cultivos Acuapónicos. El Jardín Botánico y Cultural de Caguas se convirtió en nuestro centro de trabajo pues posee las facilidades y el personal para trabajar actividades con estudiantes y público en general. Trabajamos nuestro internado en el período comprendido de marzo a noviembre de 2008.

Luego de identificar la necesidad del Centro de Internado, le enviamos una carta al Alcalde Hon. William Miranda Marín, solicitando su autorización para realizar el trabajo de investigación en el Jardín Botánico y Cultural de Caguas (ver apéndice A). Nos reunimos con su director, Leslie Rodríguez, y se le explicó el trabajo a realizar.

Realizamos una revisión de la literatura sobre los jardines botánicos, su historia, su distribución y las clasificaciones en las que se dividen los mismos. Dentro de la revisión bibliográfica identificamos fuentes que describen nuestro centro de trabajo: el Jardín Botánico y Cultural de Caguas. Investigamos sobre los cultivos hidropónicos y acuapónicos su origen, ventajas, desventajas y manejo de los mismos. Analizamos programas de educación ambiental

existentes en los jardines botánicos y en especial nuestro centro de trabajo. Además analizamos documentos que exponen los criterios necesarios al establecer programas de educación ambiental en los jardines botánicos. Utilizamos las publicaciones del BGCI (Botanical Garden Conservation International) entre ellos: Education for Sustainable Development (2006), International Agenda for Botanical Garden Conservation (2000), Educación Ambiental en los Jardines Botánicos (1994) y el BG Journal. También utilizamos publicaciones del Servicio de Extensión Agrícola de Puerto Rico sobre hidroponía, Aquaponics Journal y artículos en revistas profesionales como Botanic Garden Conservation News, Journal of Environmental Education, Conservation Biology y revistas de jardines botánicos alrededor del mundo.

Relacionado a los jardines botánicos, encontramos información sobre su importancia como centros de educación y su responsabilidad con la conservación ambiental. Su historia y desarrollo como centros de preservación de especies, su misión y características principales. También sobre cómo implementar programas de educación ambiental exitosos en los jardines botánicos.

De la hidroponía, investigamos su historia, componentes y funcionamiento del sistema y la implantación en diferentes países. De la acuaponía, descubrimos que es un sistema innovador y de fácil manejo del cual no se tiene mucha literatura.

Una vez recopilada y estudiada la información, pudimos concluir que el sistema acuapónico cumple con la misión de los jardines botánicos de responder

a la conservación ambiental. Al comparar ambos sistemas pudimos establecer que la hidroponía es un sistema más costoso y complejo que el sistema acuapónico. Además para utilizarse en un salón de clase, el sistema acuapónico resulta atractivo y fácil para integrar múltiples conceptos como ciclo de agua, ciclo de nitrógeno, acidez entre otros.

Realizamos visitas oculares a la Plaza Agrícola de nuestro centro de trabajo acompañadas del ecólogo Alexis Molinares. En la Plaza Agrícola se encuentran los cultivos acuapónicos e hidropónicos del Jardín Botánico y Cultural de Caguas. Estudiamos la posibilidad del área como centro para realizar visitas guiadas para grupos de estudiantes.

Visitamos dos centros de hidroponía en diferentes puntos de la Isla con el propósito de observar el funcionamiento de éstos sistemas: el Centro de Hidroponía ubicado en la Estación Experimental en Vieques y el centro de hidroponía de Acción Social de Puerto Rico ubicado en Río Grande.

Se realizaron cuatro visitas oculares al Jardín Botánico y Cultural de Caguas para investigar el funcionamiento y los planes de desarrollo de los sistemas hidropónicos y acuapónicos. Una de las visitas fue dirigida por la directora de la Plaza Agrícola en el Jardín Botánico y Cultural de Caguas, Joylen Guzmán, quien expresó el deseo de desarrollar cultivos acuapónicos en la Plaza Agrícola. Los recorridos por el Jardín fueron realizados con el director del mismo, un ecólogo, un intérprete certificado del Jardín y un agricultor encargado de los cultivos acuapónicos.

En la Estación Experimental de Vieques fuimos atendidos por Mercedes Pérez empleada, que nos orientó sobre el desarrollo de estos sistemas y su utilización como alternativa a la degradación de los suelos en Vieques.

En Río Grande, visitamos el centro de cultivos hidropónicos de Acción Social de Puerto Rico. El agrónomo Eduardo Riera labora desarrollando sistemas y nos orientó sobre el funcionamiento y la comercialización de los productos que se producen de la hidroponía.

En dichos recorridos pudimos observar la inexistencia de centros de acuaponía en Puerto Rico y la falta de personal diestro en el desarrollo y manejo de los mismos. Según Riera (2008), dado el alto costo para desarrollar y manejar los sistemas hidropónicos se debe realizar un estudio de mercadeo y establecer la demanda del producto antes de implantar estos sistemas.

Al comparar ambos sistemas establecimos que la hidroponía es un sistema de mayor costo que conlleva un mantenimiento complejo, sin embargo, la acuaponía es un sistema innovador que resulta atractivo, más económico y es una alternativa a la degradación de los suelos. Por estas razones decidimos trabajar los sistemas acuapónicos.

Para el diseño de la Guía de Actividades para estudiantes de Escuela Intermedia (grados 7mo al 9no) realizamos un análisis de guías educativas. Analizamos dos guías de educación ambiental: Lecciones Ambientales para Maestros de Nivel Intermedio y Superior (2007), e Integración de la Educación Ambiental para estudiantes de K-6to (2003), publicadas por la Escuela de Asuntos Ambientales de la Universidad Metropolitana y el Departamento de

Educación de Puerto Rico respectivamente. También analizamos una Guía publicada por el Servicio de Extensión Agrícola sobre Veredas Recreativas (1998), y relacionada a las artes, analizamos dos guías: Artes Visuales en la Sala de Clases (2005) e Integración de las Artes Visuales Puertorriqueña al Currículo Escolar (2006). Ambas publicadas por la Facultad de Educación de la Universidad de Puerto Rico

Evaluamos las guías utilizando las Pautas para la Excelencia de la North American Association for Environmental Education (1996): (1) Imparcialidad y exactitud, motivando a los estudiantes a reflexionar; (2) Profundidad, enfocando los conceptos a través de la actividad; (3) Énfasis en el desarrollo de habilidades proveyendo actividades variadas que responden a los intereses de todos los estudiantes; (4) Orientados a la intervención, fomentando el cambio de actitudes y la participación en la comunidad, (5) Solidez Educativa, creando actividades centradas en el estudiante donde el maestro es un facilitador del proceso de aprendizaje utilizando el aprendizaje colaborativo; (6) Utilización, los materiales resultan fáciles de utilizar con íconos modernos y atractivos donde existe un contraste en las partes que la forman, e ilustraciones claras distinguiendo con facilidad los objetivos, técnica, valores y destrezas.

De las guías que se evaluaron, nos resultó más atractiva la de Lecciones Ambientales y la de Integración de la Educación Ambiental, por su claridad de contenido y organización que contribuyen a que la educación ambiental sea más efectiva. Son guías sencillas pero que presentan un alto nivel de profundidad en los conceptos que desarrollan.

Para la realización de la Guía Visual de Siembra Acuapónica se evaluaron tres vídeos ambientales: *Árboles más Árboles* (1999), del Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico, *La Verdad Podrida* de *Childrens Television Workshop* (1990) y *Introduction to Aquaponics* de Nelson and Pade (2007).

Al evaluar los vídeos encontramos que todos tenían los siguientes elementos: claridad al transmitir el mensaje, vocabulario sencillo, un presentador con voz clara y articulada, y una estructura general que consiste en introducción, desarrollo de contenido y cierre.

Concluimos que un vídeo educativo ambiental, debe ser pertinente a la realidad puertorriqueña. El tema que se presente debe transmitirse en forma completa, clara y precisa. El presentador debe ser uno reconocido y con buena presencia escénica para brindar credibilidad al tema y resultar atractivo a la audiencia. Su tono de voz y dicción debe ser claro, correcto y apropiado al público que se va a presentar.

Para la creación del libreto, evaluamos un libreto ambiental basado en entrevistas del Programa Fellows Enhancing Science and Technology Program (FEST) de la Universidad Metropolitana de Puerto Rico (2005). En éste libreto se presenta claramente el visual, la narración y el tiempo de cada espacio de grabación.

Entrevistamos a expertos en la materia del diseño y el desarrollo de libretos: en la parte de la grabación, Rafael Balseiro, en la actuación Braulio Castillo y como educador ambiental, Alexis Molinares y María Vilches Norat.

De acuerdo a la información recopilada, el tiempo aproximado para la grabación debe ser entre 15 a 20 minutos. Los conceptos deben presentarse en forma entendible y de manera sencilla. Su formato debe ser claro y específico al identificar los espacios de grabación frente a las cámaras con el presentador.

Para la realización de los cultivos acuapónicos en la sala de clase fue necesario desarrollar un sistema que se alineara a los requerimientos de las actividades que deseábamos realizar. Con la ayuda del Ing. Weslie Ruiz y la Dra. Joylin Guzmán, se diseñó un sistema acuapónico para ser utilizado en la sala de clase. El sistema resultó ser un híbrido entre el sistema acuapónico comercial y el sistema de pecera de uso doméstico.

Como parte de nuestro proyecto deseábamos que el sistema casero de acuaponía fuera accesible al público en general. A estos efectos se requería desarrollar un manual de instrucciones de fácil entendimiento donde con la ayuda de visuales e instrucciones escritas cualquier persona interesada pudiera hacer su propio sistema. Se evaluaron manuales de ensamblaje de juguetes (Legos) e instrucciones para armar casas de patio.

Es necesario tener un manual gráfico que muestre paso a paso la forma de ensamblar el equipo y que explique en narrativo las instrucciones. El manual más completo es el que muestra con diagramas y explica la elaboración del mismo.

CAPÍTULO IV

PROYECTO

Guía de Actividades sobre Cultivos Acuapónicos

Trabajamos una Guía de Actividades para estudiantes de escuela intermedia para Integrar la Acuaponía en la sala de clase. Esta guía consiste de ocho actividades que giran alrededor de un viaje al Jardín Botánico y Cultural de Caguas y sus sistemas de acuaponía. La misma cuenta con tres actividades a realizarse antes del viaje, tres actividades durante el viaje al Jardín Botánico y Cultural de Caguas y dos actividades después del viaje.

La guía incluye cuatro rúbricas evaluativas con sus criterios de evaluación, y cinco hojas de trabajo a ser cumplimentadas durante las actividades, dos diarios reflexivos que permiten recoger la apreciación afectiva y otras dimensiones del proceso de aprendizaje y un manual de instrucciones para montar sistemas acuapónicos que facilita el montaje del sistema.

La guía cumple con las pautas para la excelencia de la NAAEE al ser imparcial, presentar los problemas ambientales, promover la concienciación sobre el ambiente, enfocar los conceptos pertinentes, permitir el desarrollo del pensamiento crítico, promover la responsabilidad cívica, centrar el aprendizaje en los estudiantes, y ser fáciles y claros para utilizarlos con más eficacia. Cada una de las actividades utiliza la estrategia educativa ECA de exploración, conceptualización y aplicación.

Para el desarrollo del diseño de la guía de actividades utilizamos tres teorizantes, uno de educación ambiental y dos pedagógicos. En las teorías de la

educación ambiental se destaca Joy Palmer con su teoría de la educación ambiental sobre, para y en el ambiente. Según Palmer (1998), las dimensiones de los conceptos (conocimiento), habilidades y actitudes están interconectadas con los tres componentes (hilos) de la estructura del proceso educativo: Educación Sobre el ambiente, educación Para el ambiente y educación En y Desde el Ambiente. Existen cuatro elementos del currículo ambiental: empírico, sinóptico, estético y ético. Estos cuatro elementos son útiles pues, entrelazan los tres hilos de la educación ambiental con las dimensiones del aprendizaje (Palmer, 1998). Cuando todos estos aspectos se unen forman el acercamiento a la enseñanza y el aprendizaje que reflejan la estructura trifásica de la educación ambiental y las expectativas de esta.

En la Guía las actividades de inicio van dirigidas a la educación sobre el ambiente donde la dimensión del aprendizaje trabajado va enfocada al conocimiento y a los conceptos, creando así un elemento sinóptico (currículo y aprendizaje). Las actividades que se diseñaron para trabajarse en el jardín van dirigidas a la educación en o desde el ambiente. En ellas se busca desarrollar destrezas. Creando así un elemento empírico y estético (parte observable y medible). Las actividades en la escuela van dirigidas a la educación para el ambiente. Se desarrollan en ellas las actitudes y los valores. El elemento del currículo que se resalta es la parte ética (responsabilidad personal y consistencia moral).

Como teorizante pedagógico nos enfocamos en la teoría de John Dewey, quien establece que el aprendizaje en los niños se da por situaciones y

problemas que surgen y son pertinentes a sus experiencias. Este aprendizaje debe ser activo y basado en interacción social. El niño posee 4 impulsos: comunicar, construir, indagar y exponer. Según Westbrook (1993), Dewey estableció que la escuela siendo una institución social crucial es la arena perfecta para convertir las teorías y filosofías en hechos reales.

En las actividades de la Guía, los estudiantes aprenden haciendo y responden a los impulsos: comunican, construyen, buscan información y exponen sus ideas y proyectos.

Otro teorizante pedagógico utilizado fue Howard Gardner con su teoría de las Inteligencias Múltiples. El establece que hay muchas clases de inteligencias por medio de las que conocemos, entendemos y aprendemos acerca del mundo. Para aplicar la teoría hay que crear experiencias educativas que activen, ejerciten y fortalezcan la gama amplia de capacidades asociadas con cada inteligencia. Según Armstrong (1999), la teoría de las inteligencias múltiples puede describirse de la manera más exacta como una filosofía de la educación, una actitud hacia el aprendizaje, o aún como una meta-modelo educacional en el espíritu de las ideas de John Dewey sobre la educación progresiva. No es un programa de técnicas y estrategias fijas. De este modo, ofrece a los educadores una oportunidad muy amplia para adaptar de manera creativa sus principios fundamentales a cualquier cantidad de contextos educacionales.

En nuestro trabajo se enfoca de manera particular la inteligencia naturalista al aprender en contacto con el ambiente. El enfoque dado a las inteligencias es: lecturas para desarrollar la inteligencia lingüística, manipulación

de data para la inteligencia lógico- matemático, el uso de fotografía y video para la inteligencia espacial, recorridos para desarrollar la inteligencia corporal cinética, el aprendizaje colaborativo para desarrollar la inteligencia interpersonal, diarios reflexivos para desarrollar la inteligencia intrapersonal, y proyectos sobre el ambiente para desarrollar la inteligencia naturalista.



Integración de Sistemas Acuapónicos
en la Educación Ambiental
7mo – 9no

GUIA DE ACTIVIDADES PARA MAESTROS

2008

Guía de Actividades para la Integración de Sistemas
Acuapónicos en la Educación Ambiental
© 2008
Escuela de Asuntos Ambientales
Universidad Metropolitana
Puerto Rico

Jardín Botánico y Cultural de Caguas
Caguas, Puerto Rico

Luz Leyda López Fernández
Vyomar I. Santiago Fernández
Maribel Del Toro Martínez

Colaboradores:
Alexis Molinares Forestier , M.S.
Joylín Guzmán Lebrón, Ph.D

Edición:
Alexis Molinares Forestier , M.S
María Vilches Norat, M.A

Fotografías:
Luz Leyda López Fernández
Rafael Balseiro Lorenzana

Diseño:
Vyomar I. Santiago Fernández

Esta publicación es posible gracias al acuerdo de colaboración para el establecimiento del Centro de Internado de la Maestría en Artes en Estudios Ambientales de la Escuela de Asuntos Ambientales (EAA) de la Universidad Metropolitana (UMET) y el Jardín Botánico y Cultural del Municipio Autónomo de Caguas.

Se permite la reproducción para fines educativos con autorización de la EAA y el JBCC.
© 2008

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	V
Marco Conceptual	VI
Actividades de Inicio	
Conozcamos de Acuaponía	3
Actividad 1 - Al Rescate de los Suelos	5
Actividad 2 - Conozcamos los Cultivos Acuapónicos	7
Actividad 3 - Visitemos el Jardín Botánico	9
Hoja de Trabajo #1	11
Lectura #1	12
Imagen #1	15
Imagen #2	16
Imagen #3	17
Imagen #4	18
Diario Reflexivo #1	19
Diario Reflexivo #2	20
Criterios de Evaluación #1	21
Rúbrica Evaluativa #1	23
Actividades en el Jardín Botánico	
En el Jardín.....	27
Actividad 4 - Visitando el Jardín.....	29
Actividad 5 – Trabajando con los Sistemas Acuapónicos.....	31
Actividad 6 – Mi experiencia en el Jardín	33
Agenda de la Visita	34

Hoja de Trabajo #2	35
Hoja de Trabajo #3	36
Hoja de Trabajo #4	37

Actividades en la escuela

Quiero Sembrar sin Suelo	40
Actividad 7 – Cultivando con Acuaponía	42
Actividad 8 – Mi Cultivo	43
Criterios de Evaluación #2	44
Hoja de Trabajo # 5	46
Rúbrica Evaluativa #2	48
Rúbrica Evaluativa #3	51
Criterios de Evaluación #3	52
Hoja de Consentimiento	53
Rúbrica Evaluativa #4	54
Manual de Instrucciones.....	56
Referencias	61

INTRODUCCIÓN

Esta guía de actividades es parte del Programa de Educación Ambiental del Jardín Botánico y Cultural del Municipio Autónomo de Caguas (JBCC). Las actividades que aquí se encuentran están diseñadas para que el estudiante comprenda el concepto de acuaponía y la importancias de estos sistemas. El proceso aquí reseñado va desde la exploración en la sala de clase hasta la aplicación en el hogar. Incluye una visita al área de cultivos acuapónicos de la Plaza Agrícola de JBCC, donde trabajarán directamente con los sistemas en un ambiente natural como lo es el Jardín.

Las actividades en la guía están dirigidas a estudiantes de escuela intermedia. Aquellas que se realizan previo a la visita al Jardín Botánico tienen el objetivo de familiarizar a los estudiantes con los cultivos acuapónicos como alternativa a la degradación de los suelos.

La guía también cuenta con las actividades que se realizarán durante la visita guiada al Jardín Botánico. En ellas los estudiantes aprenderán los principios básicos del sistema acuapónico.

Finalmente se encuentran materiales para los grupos que deseen implementar un cultivo acuapónico en la sala de clase o en sus hogares y actividades donde podrán compartir con la comunidad escolar sus experiencias y conocimientos adquiridos durante la visita al Jardín.

Cada actividad cuenta con sus respectivas hojas de trabajo y está alineada a los estándares del Programa de Ciencias del Departamento de Educación de Puerto Rico y a Los estándares de Excelencia en la Educación Ambiental de la Asociación Nacional para la Educación Ambiental (NAEE).

MARCO CONCEPTUAL

El suelo es un recurso natural muy importante que corresponde a la capa superior de la corteza terrestre (Frers, 2005). Contiene agua y elementos nutritivos que los seres vivos utilizan. El suelo es vital, ya que el ser humano depende de este para la producción de alimentos, la crianza de animales, la plantación de árboles, la obtención de agua y de algunos recursos minerales, entre otras cosas. Aquí se apoyan y nutren las plantas en su crecimiento y condiciona, por lo tanto, todo el desarrollo del ecosistema.

Los suelos en Puerto Rico han pasado por una serie de cambios a través de la historia. Estos cambios han estado directamente ligados a su uso y manejo. Los problemas más comunes en relación al suelo tienen que ver con las actividades de las personas. Los problemas directamente derivados del uso que hace el humano de los suelos son actualmente muy severos.

La erosión, la desertificación, la contaminación, la compactación, el avance de las ciudades y urbanización, y la pérdida de fertilidad, se encuentran entre los problemas más graves que afectan hoy a los suelos. Según FAO-UNESCO se conoce como degradación del suelo a toda modificación que conduzca al deterioro del suelo, rebajando su capacidad y potencial para producir cuantitativa y cualitativamente bienes y servicios. La acuaponía se presenta como una alternativa a la degradación de los suelos en la Isla y el mundo entero. Este sistema aprovecha los desechos generados por los peces para nutrir a las plantas que a su vez liberan el agua de estos compuestos haciéndola disponible nuevamente para los peces.

La acuaponía, actividad productiva que combina la producción de peces y plantas en un sistema de recirculación de agua (Acuicultura + Hidroponía), aprovecha al máximo el agua, el espacio y los desechos generados, por lo que se convierte en una forma de producción sustentable para el ambiente (Nelson & Pade, 2008). El término acuaponía se refiere pues a la integración de recursos acuáticos y terrestres, para obtener productos comerciales de alto valor. Es una forma de imitar a la naturaleza para producir alimentos.



Entre las ventajas de la acuaponía se incluyen: el prolongado re-uso del agua, y la minimización de las descargas y la integración de los sistemas de producción de peces y plantas que permiten el ahorro de costos con lo que se mejora la rentabilidad de los sistemas de acuicultura.

El Jardín Botánico y Cultural de Caguas (JBCC) está comprometido con el desarrollo económico y social de la ciudad y de Puerto Rico, convirtiéndose en pionero al establecer este sistema de cultivo. La Plaza Agrícola en el Jardín Botánico es el primer centro donde se están produciendo alimentos utilizando los cultivos acuapónicos. En su deseo de establecerse como un centro de Educación Ambiental para la comunidad, se ha diseñado esta guía de actividades para educadores del nivel intermedio. El objetivo principal de la guía es que los estudiantes reconozcan los cultivos acuapónicos como una alternativa a la degradación de los suelos en Puerto Rico.



Actividades de Inicio

Conozcamos de Acuaponía

El trabajo comprende una serie de actividades dirigidas a desarrollar conceptos y destrezas de ciencias desde una perspectiva de la educación dirigida al ambiente. La primera actividad, *Al Rescate de los Suelos* persigue que los estudiantes describan diferentes tipos de suelos utilizando como técnica la preparación de un párrafo colectivo. En la segunda actividad, *Conozcamos Sobre los Cultivos Acuapónicos*, los estudiantes identificarán la problemática existente en Puerto Rico relacionada a la degradación y disponibilidad de suelos mediante la lectura de una selección sobre el tema. En la actividad final, los estudiantes prepararán un plan para una visita a los sistemas acuapónicos del Jardín Botánico y Cultural de Caguas.

Objetivos–

- ◆ Identificar la problemática existente en Puerto Rico relacionada a la degradación y disponibilidad de los suelos.
- ◆ Reconocer la importancia del desarrollo de cultivos acuapónicos.
- ◆ Introducir el Jardín Botánico como centro de investigación de cultivos acuapónicos.

Estándares de Ciencias–

- ◆ **La Naturaleza de las Ciencias**
 - ◆ Valora y muestra aprecio por el trabajo.
 - ◆ Desarrolla y aplica los procesos y las destrezas de la ciencia.
 - ◆ Muestra buenas relaciones interpersonales con su grupo de trabajo.
- ◆ **Los Sistemas y Modelos**
 - ◆ Debate los efectos de la actividad humana en los recursos naturales.
 - ◆ Reconoce las interacciones entre los componentes de un sistema.
- ◆ **Las Interacciones**
 - ◆ Explica los procesos que producen cambios en la superficie de la Tierra y sus efectos en el planeta.
- ◆ **La Ciencia, la Tecnología y la Sociedad**
 - ◆ Evalúa el impacto del desarrollo tecnológico sobre la calidad de vida.

Estándar de Educación Ambiental –

II. Conocimiento de procesos y de sistemas ambientales

2.4 Ambiente y Sociedad

A. Los principiantes entienden que los cambios causados por los humanos tienen consecuencias para el ambiente inmediato así como para otros lugares y épocas futuras.

IV. Responsabilidad personal y cívica

D) Aceptar responsabilidad personal- los estudiantes entienden que sus acciones pueden tener amplias consecuencias y que son responsables de esas consecuencias.

Conceptos–

- ◆ suelo
- ◆ cultivos acuapónicos

Conocimientos–

- ◆ La importancia y usos del suelo.
- ◆ Factores que degradan el suelo.
- ◆ Cultivos acuapónicos como alternativa para la producción de alimento ante la degradación de los suelos.
- ◆ Tecnología de la acuaponía.

Destrezas–

- ◆ Desarrollar estrategias cooperativas.
- ◆ Definir conceptos fundamentales.
- ◆ Capacidad para ordenar datos y presentar información.

Valores o Actitudes–

- ◆ Desarrollarán un aprecio por los recursos naturales de los que depende la vida humana.
- ◆ Desarrollarán un sentido de esperanza y una visión de futuro positiva.

Materiales–

- ◆ marcadores
- ◆ cartulinas
- ◆ papel de construcción
- ◆ tijera
- ◆ pega

Evaluación –

- ◆ Hojas de trabajo
- ◆ Diario reflexivo
- ◆ Cuento colectivo

Los estudiantes redactarán un párrafo descriptivo colectivo en el que describirán un pedazo de suelo que observarán en una lámina que se le asignará.

Objetivo–

- ◆ Establecer la importancia de los suelos para los seres humanos.

Técnicas–

- ◆ discusión socializada, cuento colectivo

Fase–

- ◆ Exploración



Foto por Vyomar I. Santiago

Discusión socializada

- ◆ Comience la actividad preguntando: ¿Qué es el suelo? ¿Para qué se usa? ¿Cuál es su importancia?, y otras que entienda pertinentes.
- ◆ Fomente la participación de todos los estudiantes y acepte las respuestas que ofrezcan los estudiantes.

Cuento colectivo

- ◆ Divida la clase en cuatro grupos de cuatro o cinco estudiantes.
- ◆ A cada grupo asigne una Imagen de un tipo de suelo y la *hoja de trabajo #1*.
- ◆ Explique que redactarán un párrafo descriptivo que comience con la frase: *Este pedazo de suelo que veo...*
- ◆ En un párrafo o cuento colectivo cada estudiante comienza a redactar su trabajo. Al escuchar la palabra *cambien* le entregan el papel a su compañero y continúan escribiendo en el papel que reciban. El tiempo transcurrido entre cada cambio queda a discreción del maestro.

-
- ♦ Los estudiantes dejarán de escribir cuando el maestro lo indique.

Plenaria

- ♦ Pida a los estudiantes que devuelvan el papel a la primera persona que escribió en él.
- ♦ Elija un estudiante en cada grupo que lea el párrafo mientras otro estudiante muestra la lámina del suelo que estaban describiendo en su párrafo.
- ♦ Anime a los estudiantes a comentar sobre los párrafos de sus compañeros.
- ♦ Haga en la pizarra una lista de conceptos nuevos o que hayan llamado la atención del grupo.
- ♦ Resuma la actividad del día y destaque el concepto suelo.

Actividad 2

Conozcamos los Cultivos Acuapónicos

En esta actividad los estudiantes identificarán las razones por las cuales los suelos son cada vez menos utilizados para la siembra y cultivo de alimentos. Tendrán la oportunidad de conocer una alternativa a la siembra utilizando suelos: los cultivos acuapónicos. Al finalizar la actividad los estudiantes tendrán un conocimiento mayor sobre lugares en los que se lleva a cabo este tipo de cultivos.

Objetivos–

- ◆ Identificar la problemática existente en Puerto Rico relacionada a la degradación y disponibilidad de suelos.
- ◆ Reconocer la importancia del desarrollo de cultivos acuapónicos como alternativa a la degradación de los suelos.

Técnicas–

- ◆ discusión socializada
- ◆ lectura silenciosa

Fase–

- ◆ Conceptualización




Foto por Luz Leyda López

Lectura silenciosa y discusión

- ◆ Entregue al grupo copia de la *lectura #1*: “Problemática de los suelos en Puerto Rico”. Provea tiempo para que los estudiantes realicen la lectura silenciosa.
- ◆ Al finalizar la lectura, pregunte a los estudiantes cuál es la idea principal de la misma.
- ◆ En la pizarra escriba las ideas que los estudiantes indiquen. Si los estudiantes tienen dificultad en identificar las ideas, conduzca la discusión de manera que se identifiquen las mismas.
- ◆ Al finalizar esta discusión se habrá producido una lista de los problemas más comunes con los suelos en Puerto Rico.

Los cultivos acuapónicos como alternativa a la crisis de los suelos

- ◆ Pregunte a los estudiantes: si no pudiéramos usar los suelos en Puerto Rico para producir cultivos, ¿cómo podríamos cultivar?
- ◆ Presente a los estudiantes la alternativa de los cultivos acuapónicos mediante la presentación del DVD *Cultivos Acuapónicos: Guía Visual de Siembra* y del CD *Jardín Botánico de Caguas: Visuales 2008*

- 
- ♦ Permita que los estudiantes reaccionen sobre lo visto.
 - ♦ Pida que hagan comparaciones de los cultivos acuapónicos, con los diferentes suelos que observaron en la Actividad 1.
 - ♦ Defina el concepto de acuaponía. Explique en qué consiste.
 - ♦ Prepare en la pizarra una lista de las ventajas de los sistemas acuapónicos sobre el cultivo tradicional de la tierra.

Evaluación

- ♦ Los estudiantes prepararán un diario reflexivo, utilizando unas frases guías, donde escribirán acerca de lo aprendido en la clase. Use la hoja *diario reflexivo #1*.
- ♦ Los estudiantes que deseen compartir su diario lo leerán a la clase.

Actividad 3

Visitemos el Jardín Botánico

En esta actividad los estudiantes pondrán en práctica los conocimientos adquiridos sobre los suelos y los cultivos acuapónicos. Los estudiantes, divididos en grupos estudiarán material provisto por la maestro sobre cultivos acuapónicos y prepararán un plan de viaje al Jardín Botánico para visitar sus sistemas acuapónicos. Al terminar los grupos compartirán sus planes de viaje que incluirá una lista de preguntas sobre el tema que los estudiantes formularán a la persona encargada del lugar.

Objetivos–

- ◆ Desarrollar un plan de viaje para la visita que realizarán al Jardín Botánico y Cultural de Caguas.

Técnicas–

- ◆ grupo focal
- ◆ discusión socializada
- ◆ presentación oral

Fase–

- ◆ Aplicación



Foto por Vyomar I. Santiago

Estudio en grupos

- ◆ Divida el grupo en sub-grupos de cuatro o cinco personas.
- ◆ Explique al grupo que deben planificar un viaje al Jardín Botánico y Cultural de Caguas, donde podrán realizar actividades variadas dentro del área de los cultivos acuapónicos.
- ◆ Provea a cada grupo marcadores, cartulinas, papel de construcción, tijera y pega. Pida que preparen una presentación corta sobre la planificación de su viaje al Jardín Botánico.
- ◆ Provea a los estudiantes un tiempo razonable para que puedan realizar las tareas.

Presentaciones

- ◆ Al finalizar el trabajo, cada grupo tendrá tiempo para hacer su presentación. Luego de la actividad, invite a todos los estudiantes a argumentar acerca de las presentaciones.

-
- ♦ Discuta con la clase la experiencia del ejercicio y en la pizarra establezcan las mejores ideas de cada grupo. De esta manera los estudiantes participan activamente en la preparación del viaje que realizarán.
 - ♦ Al finalizar la discusión explique a los estudiantes que durante la visita serán divididos en 3 grupos de trabajo: grupo pH, grupo hidrogones, y grupo semilla. Explique que luego de la visita deberán prepara un informe oral y escrito con sus compañeros de grupo.
 - ♦ Haga entrega a cada estudiante de los criterios de evaluación y de la rúbrica evaluativa del informe oral y discútalos. Ofrezca la oportunidad a los estudiantes de expresar sus dudas para que éstas sean aclaradas.

Evaluación

- ♦ Los estudiantes realizarán un diario reflexivo donde expresarán sus expectativas del viaje. Use la hoja *diario reflexivo #2*.
- ♦ Los estudiantes que deseen compartir su diario lo leerán a la clase.

La problemática de los Suelos en Puerto Rico

El suelo es un recurso natural que corresponde a la capa superior de la corteza terrestre. Contiene agua y elementos nutritivos que los seres vivos utilizan. El suelo es vital, ya que el ser humano depende de él para la producción de alimentos, la crianza de animales, la plantación de árboles, la obtención de agua y de algunos recursos minerales, entre otras cosas. En él se apoyan y nutren las plantas en su crecimiento y condiciona, por lo tanto, todo el desarrollo del ecosistema.

Los suelos en Puerto Rico son variados. Las características de los mismos dependen de su ubicación en las diferentes regiones de Puerto Rico. Los problemas más comunes en relación al suelo tienen que ver con las actividades de las personas. Al respecto, los problemas directamente derivados del uso antrópico de los suelos son actualmente muy severos.

La erosión, la desertificación, la contaminación, la compactación, el avance de las ciudades y urbanización, y la pérdida de fertilidad, se encuentran entre los problemas más graves que afectan hoy a los suelos. Se conoce como degradación del suelo a toda modificación que conduzca al deterioro del suelo, rebajando su capacidad y potencial para producir cuantitativa y cualitativamente bienes y servicios (FAO-UNESCO).

Erosión

La erosión es la pérdida de suelo fértil, debido a que el agua y el viento normalmente arrastran la capa superficial de la tierra hasta el mar. El ser humano acelera la pérdida de suelos fértiles por la destrucción de la cubierta vegetal, producto de malas técnicas de cultivo, sobre pastoreo, quema de vegetación o tala del bosque. Las prácticas productivas sin criterios de protección, contribuyen en gran medida a que este problema se agrave cada día más.

La degradación del suelo reviste gran importancia, porque su regeneración es en extremo lenta. En zonas agrícolas tropicales y templadas, se requiere de un promedio de 500 años para la renovación de 2,5 centímetros de suelo.

El cultivo de tierras en lugares con pendiente aumenta la posibilidad de agotamiento del suelo fértil, ya que es muy fácil el arrastre de tierra por acción de la lluvia. La erosión también puede afectar ecosistemas lejanos, como los de la vida marina. El suelo arrastrado al mar se deposita como sedimento y cambia la composición del fondo marino, sepultando vegetación y cuevas, y transformando el contenido químico de las aguas.

Contaminación

Los suelos poseen una cierta capacidad para asimilar las intervenciones humanas sin entrar en procesos de deterioro. Sin embargo, esta capacidad ha sido ampliamente sobrepasada en muchos

lugares, como consecuencia de la producción y acumulación de residuos industriales, mineros o urbanos.

Otra actividad con riesgo ambiental de contaminación de suelos es la minería, por su poder modificador del paisaje y sus descargas de residuos tóxicos. El suelo también sufre la contaminación por residuos de pesticidas y otros productos agroquímicos, como los herbicidas y los fertilizantes. Algunos de ellos permanecen en el suelo, y desde allí se integran a las cadenas alimenticias, aumentando su concentración a medida que avanzan de nivel trófico. La contaminación de suelos se da también por la mala eliminación y ausencia de tratamiento de basuras. Otro problema grave se presenta con los residuos industriales. El vertido ilegal de residuos industriales constituye un serio problema de contaminación del suelo.

Desertificación

La desertificación es la intensificación de la aridez. Cabe destacar que este término se utiliza para describir procesos causados por los seres humanos. En cambio, otro concepto llamado "desertización", se utiliza para describir el proceso natural de la formación de desiertos. La desertificación, definida como la intensificación de las condiciones desérticas y el decrecimiento paulatino de la productividad de los ecosistemas, es generada principalmente por el ser humano, que actúa sobre un medio frágil y lo presiona en exceso para obtener su sustento. Cuando se tala vegetación para despejar tierras o usar leña, la capa fértil del suelo es expuesta a la lluvia y al sol, la corteza del suelo se endurece y se seca, impidiendo la infiltración de más agua. Así comienza el proceso de desertificación, ya que disminuye la filtración acuosa a depósitos subterráneos, y la capa de suelo superficial se erosiona y se convierte en estéril.

Las principales causas de desertificación son la agricultura de secado y riego, la erosión hídrica y eólica, los cambios climáticos, el sobre pastoreo, la deforestación, los incendios forestales, la extinción de especies nativas de flora y fauna, y la expansión urbana.

Pérdida de fertilidad por monocultivo y salinización:

Cuando se siembra la misma especie cada año, la tierra se deteriora. El trigo agota el nitrógeno y otros nutrientes del suelo. Si se continúa cultivando trigo en la misma tierra, disminuye la producción cada año. El monocultivo de especies forestales también es un problema por la misma razón. Se está viendo que el replante de pinos en el mismo terreno ya no es tan rentable, porque en la segunda y tercera plantación disminuye el ritmo de crecimiento de los árboles. Además de agotar las tierras, el monocultivo multiplica algunas plagas, pues éstas pueden contar siempre con el tipo de alimento al que están adaptadas.

La salinización del suelo es la acumulación de sales provenientes del agua de regadío y de los fertilizantes usados. Debido al exceso de sales, el suelo pierde la fertilidad.

Urbanización:

La urbanización es el avance y crecimiento de las ciudades y la edificación de nuevas poblaciones, las que generalmente se ubican sobre suelo fértil. De esta forma se pierde el mejor suelo agrícola, se impide la recarga de los depósitos de agua subterránea y se destruye mucha microflora y micro fauna que vive en el suelo. Una gran parte de los suelos con alto potencial agrícola de muchos países se encuentran dentro de límites urbanos y el rápido crecimiento de las urbes amenaza las tierras.

Compactación:

La compactación del suelo se produce por el paso de personas, animales y vehículos en forma repetida por el mismo lugar. Esto provoca la desaparición de los espacios existentes entre las partículas del suelo, lo cual disminuye la cantidad de oxígeno presente y, por ello, la micro flora y micro fauna.

La degradación de los suelos es como una crisis silenciosa que está avanzando tan rápidamente en América Latina que pocos países tienen la esperanza de alcanzar una agricultura sostenible en un futuro próximo. Es un problema que, a pesar de estar amenazando la subsistencia de millones de personas en la región, tiende a ser ignorado por los gobiernos y la población en general.

Los gobiernos nacionales, provinciales y locales tienen la responsabilidad urgente de crear una mayor conciencia en la población acerca del deterioro de los recursos de tierras y de su efecto negativo sobre la producción agrícola y la economía de sus países.

Las causas de la degradación de suelos tienen su origen en factores socioeconómicos, en la sobre-explotación de la capacidad de uso de las tierras y en prácticas de manejo de suelo y agua inadecuadas.

La información disponible de investigación sobre los tipos, causas, grado y severidad de la degradación de tierras es todavía insuficiente en la mayoría de los países de América Latina. Esta falta de información dificulta enormemente la identificación y la puesta en práctica de estrategias efectivas de conservación y rehabilitación de tierras.

Para superar los problemas mencionados, se deben considerar soluciones que impliquen una acción inmediata y, también, métodos de prevención para impedir mayor deterioro futuro. Parte del deterioro causado lo puede solucionar la naturaleza misma con sus ciclos naturales. Por ello la acción del ser humano debiera contribuir a crear las condiciones necesarias para que la naturaleza emprenda su obra de restauración. Sin embargo, recuperar el suelo una vez que éste ha sido destruido es un proceso lento si se lo deja sólo a su ritmo natural, y muy costoso si se trata de acelerarlo. Por lo tanto, lo más razonable es evitar que se destruya el suelo.

Equipo # _____

Suelo A – Arenoso



Características Generales:

Equipo # _____

Suelo B - Pantanoso



Características Generales:

Equipo # _____

Suelo C – Árido



Características Generales:

Equipo # _____

Suelo D - Cultivo



Características Generales:

Diario Reflexivo #1

Si no tuviera suelo para sembrar...

Acuaponía es para mí...

El Jardín Botánico significa...

Criterios de Evaluación #1

Formato para realizar el trabajo escrito y la presentación oral sobre la visita realizada al Jardín Botánico y Cultural de Caguas

Instrucciones:

Durante la visita al Jardín Botánico y Cultural de Caguas el grupo será dividido en equipos de trabajo llamados: grupo pH, grupo hidrogenos y grupo semilla. El trabajo debe ser realizado con el equipo asignado. Los grupos serán determinados de acuerdo a la tarea que realizarán en la actividad 5 titulada *Trabajando con los Sistemas Acuapónicos*. Cada grupo deberá tomar anotaciones de la información recibida y de sus observaciones en el recorrido acerca del Jardín Botánico y Cultural de Caguas, los cultivos tradicionales, los cultivos hidropónicos y los cultivos acuapónicos. También deben tomar fotografías para incluirlas en su trabajo. La presentación y el informe escrito serán preparados en la sala de clase y en los hogares. La información presentada debe resaltar los aspectos que el grupo consideró de mayor interés y responder al análisis requerido y provisto más adelante.

El siguiente formato provee una idea general de la manera en que se puede organizar la presentación oral y el informe escrito. La creatividad va a determinar el resultado final.

Guía sugerida:

- ◆ Portada
- ◆ Tabla de Contenido (sólo en el trabajo escrito)
- ◆ Introducción
 - Incluya el propósito y los objetivos del trabajo. También explique las particularidades de su trabajo.
- ◆ Análisis
 - En narrativo incluya la siguiente información y otra información que consideren necesaria:
 1. ¿Qué es el Jardín Botánico y Cultural de Caguas?
 2. ¿Qué atractivos presenta el Jardín Botánico?
 3. ¿Cómo responde el Jardín Botánico a la problemática ambiental en Puerto Rico?
 4. ¿Qué es un cultivo tradicional?
 5. ¿Qué es hidroponía?
 6. ¿Qué es acuaponía?
 7. ¿Qué ventajas presenta la acuaponía?
 8. ¿Cuán efectivo considera este sistema para ser utilizado comercialmente, en el hogar o en la sala de clase?
- ◆ Recomendaciones
 - En narrativo exprese aquellas críticas y su recomendación hacia problemas o faltas que tiene el Jardín Botánico.
- ◆ Referencias utilizadas (sólo en el trabajo escrito)
 - Incluya los libros, fuentes de información y materiales utilizados para preparar su trabajo.

Presentación Oral:

Cada grupo tendrá 15 minutos para hacer su presentación oral. Luego responderá a preguntas y dudas, y escuchará receptivamente las recomendaciones de sus compañeros de clase. Deben utilizar el programa *power point*. *Puede incluir otros recursos visuales* como carteles, hojas sueltas y otros, según sea necesario.

Evaluación:

La evaluación de la presentación oral será de dos formas. El contenido de la presentación y los recursos utilizados se evaluarán en forma grupal correspondiendo al 75 por ciento de la nota final y la información oral será evaluada en forma individual correspondiendo al 25 por ciento de la nota final, para terminar con un 100 por ciento.

Rúbrica Evaluativa #1

Nombre: _____

Fecha: _____

Rúbrica para la Presentación Oral – Evaluación Individual

Categoría	4	3	2	1	Puntos Totales
Volumen de voz	El volumen es lo suficientemente alto para ser escuchado por todos los miembros de la audiencia a través de toda la presentación.	El volumen es lo suficientemente alto para ser escuchado por todos los miembros de la audiencia por lo menos el 90% del tiempo.	El volumen es lo suficientemente alto para ser escuchado por todos los miembros de la audiencia por lo menos el 80% del tiempo.	El volumen con frecuencia es muy débil para ser escuchado por todos los miembros de la audiencia.	
Habla claramente	Habla claramente y distintivamente todo el tiempo (100%) y no tiene mala pronunciación.	Habla claramente y distintivamente la mayor parte del tiempo (100-95%) pero con una mala pronunciación.	Habla claramente y distintivamente la mayor (94-85%) el tiempo y no tiene mala pronunciación.	A menudo habla entre dientes o no se le puede entender o tiene mala pronunciación.	
Contenido	Demuestra un completo entendimiento del tema.	Demuestra un buen entendimiento del tema.	Demuestra un buen entendimiento de partes del tema.	No parece entender muy bien el tema.	
Vocabulario	Usa vocabulario apropiado para la audiencia. Aumenta el vocabulario de la audiencia definiendo las palabras que podrían ser nuevas para ésta.	Usa vocabulario apropiado para la audiencia. Incluye 1- 2 palabras que podrían ser nuevas para la mayor parte de la audiencia, pero no las define.	Usa vocabulario apropiado para la audiencia. No incluye vocabulario que podría ser nuevo para la audiencia.	Usa varias (5 o más) palabras o frases que no son entendidas por la audiencia.	
Apoyo	Usa varios apoyos que demuestran considerable trabajo/creatividad y hacen la presentación mejor.	Usa 1-2 apoyos que demuestran considerable trabajo/ creatividad y hacen la presentación mejor.	Usa 1-2 apoyos que hacen la presentación mejor.	El estudiante no usa apoyo o los apoyos escogidos restan valor a la presentación.	

Categoría	4	3	2	1	Puntos Totales
Seguimiento del tema	Se mantiene en el tema todo (100%) el tiempo.	Se mantiene en el tema la mayor parte (99-90%) del tiempo.	Se mantiene en el tema algunas veces (89-75%).	Fue difícil decidir cuál fue el tema.	
Comprensión	El estudiante puede con precisión contestar todas las preguntas planteadas sobre el tema por sus compañeros de clase.	El estudiante puede con precisión contestar la mayoría de las preguntas planteadas sobre el tema por sus compañeros de clase.	El estudiante puede con precisión contestar unas pocas preguntas planteadas sobre el tema por sus compañeros de clase.	El estudiante no puede contestar preguntas planteadas sobre el tema por sus compañeros de clase.	
Entusiasmo	Expresiones faciales y lenguaje corporal generan un fuerte interés y entusiasmo sobre el tema en otros.	Expresiones faciales y lenguaje corporal algunas veces generan un fuerte interés y entusiasmo sobre el tema en otros.	Expresiones faciales y lenguaje corporal son usados para tratar de generar entusiasmo pero parecen ser fingidos.	Muy poco uso de expresiones faciales o lenguaje corporal. No genera mucho interés en la forma de presentar el tema.	
Límite de tiempo	La duración de la presentación es de 15 minutos.	La duración de la presentación es de 12 minutos.	La presentación es de 8 a 11 minutos.	La duración de la presentación es de menos de 7 minutos.	
Escucha otras presentaciones	Escucha atentamente. No hace movimientos o ruidos que son molestos.	Escucha atentamente pero tiene un movimiento o ruido que es molesto.	Algunas veces aparenta no estar escuchando pero no es molesto.	Algunas veces no aparenta escuchar y tiene movimientos y ruidos que son molestos.	

Puntuación Total: _____



Actividades en
El Jardín Botánico

En el Jardín

Considerando que una visita a los jardines botánicos constituye una vía idónea para el aprendizaje de los contenidos, conceptos, procedimientos y actitudes de los estudiantes, se planificó una visita al Jardín Botánico y Cultural de Caguas. Esta actividad tiene el propósito de estimular el aprendizaje y el desarrollo de los cultivos acuapónicos, mediante el manejo del sistema que se utiliza en este jardín. Se espera que los estudiantes realicen actividades como medir acidez y colocar plántulas en los tubos para la creación de semilleros en un sistema en vivo. Al finalizar la actividad los estudiantes realizarán un informe de las actividades realizadas y compartirán con el grupo sus hallazgos. Esta actividad está diseñada para 25 estudiantes. Se dividirán en tres grupos para la realización de las tareas: medir pH, colocar semillas, colocar plántulas en los tubos.

Objetivos–

- ◆ Reconocer el Jardín Botánico como centro de investigación de cultivos acuapónicos.
- ◆ Conocer el funcionamiento del sistema acuapónico mediante la participación activa al medir pH, hacer semilleros y colocar las plántulas en los tubos.
- ◆ Relacionar la medida de pH del agua de los tanques con la productividad del sistema acuapónico.
- ◆ Conocer el método a seguir en el desarrollo de un cultivo acuapónicos.

Estándares de Ciencias–

- ◆ **La Ciencia, la Tecnología y la Sociedad**
 - ◆ Analiza el impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad y la economía.
- ◆ **Los Sistemas y los Modelos**
 - ◆ Identifica y explica diferentes tipos de sistemas.
 - ◆ Analiza varios sistemas a considerar sus características y sus funciones.

Estándar de Educación Ambiental –

I. Destrezas de Preguntas o Inquirir y Análisis

- C) Los estudiantes son capaces de encontrar y recopilar la información confiable sobre el ambiente o los asuntos ambientales usando una variedad de métodos y de fuentes.

Conceptos–

- ◆ cultivos acuapónicos
- ◆ cultivos hidropónicos
- ◆ pH
- ◆ acidez
- ◆ plántulas
- ◆ hidrogones

Conocimientos–

- ◆ Manejo de equipo y método necesario para crear un sistema acuapónico.
- ◆ Especies de peces idóneos para el sistema acuapónico.
- ◆ Importancia de establecer y mantener niveles óptimos de pH.
- ◆ Manejo adecuado de semillas y plántulas.

Destrezas–

- ◆ Desarrollar estrategias cooperativas.
- ◆ Comunicar la información y puntos de vista con eficacia.
- ◆ Capacidad para ordenar datos y desplegar la información.

Valores o Actitudes–

- ◆ Respeto por la naturaleza
- ◆ Concienciación
- ◆ Cooperación

Técnicas–

- ◆ medir pH
- ◆ discusión socializada

Materiales–

- ◆ equipo de muestreo para medir pH
- ◆ hidrogones
- ◆ placas de metal
- ◆ cámara fotográfica desechable
- ◆ plántulas
- ◆ semillas
- ◆ marcadores

Evaluación –

- ◆ Hojas de trabajo
- ◆ Diario reflexivo
- ◆ Presentación Oral
- ◆ Informe Escrito

Actividad 4

Visitando el Jardín

Esta actividad será realizada en el Jardín Botánico y Cultural de Caguas. Aquí los estudiantes conocerán el Jardín como lugar histórico y como un centro de educación ambiental. También entrarán en contacto con la Plaza Agrícola donde se les presentará la diferencia entre los sistemas hidropónicos y acuapónicos.

Objetivos–

- ◆ Conocer el Jardín Botánico como centro de investigación y estudios ambientales.
- ◆ Conocer la Plaza Agrícola como centro de cultivos hidropónicos y acuapónicos.
- ◆ Establecer la diferencia entre la hidroponía y la acuponía.
- ◆ Reconocer la ventaja de la acuaponía como método de cultivo

Técnicas–

- ◆ grupo focal
- ◆ discusión socializada

Fase–

- ◆ Exploración
- ◆ Conceptualización



Foto por Vyomar I. Santiago

Bienvenida y recorrido por el Jardín Botánico

- ◆ Los estudiantes serán recibidos por personal del Jardín Botánico. Serán orientados acerca de la historia del Jardín y las reglas a seguir durante su visita.
- ◆ Divida los estudiantes en tres grupos de trabajo. Asigne a cada grupo un nombre: grupo pH, grupo hidrogenes y grupo semilla. Luego comience el recorrido por el Jardín. Los estudiantes tomarán anotaciones y fotografías para presentar en su informe oral y escrito.
- ◆ Dentro del recorrido los estudiantes visitarán la Casa Jíbara donde se trabaja el cultivo tradicional en suelo. Ahí los estudiantes harán observaciones para luego hacer comparaciones del cultivo en suelo con los cultivos con recirculación de agua (hidroponía y acuaponía).

Presentación de la Plaza Agrícola

- ◆ Se comenzará preguntando, ¿de dónde provienen los

vegetales que consumimos en los hogares?, ¿cómo son cultivados?, ¿cómo son tratados para evitar insectos?, y ¿cuán saludables los consideran? Permita que los estudiantes contesten y comenten formando una discusión socializada.

- ♦ Pregunte a los estudiantes si conocen sobre los cultivos acuapónicos. Fomente la aportación de todos los conocimientos sobre este concepto.
- ♦ La persona encargada de los cultivos en el Jardín, introducirá el concepto. Hablará sobre los dos componentes que lo forman: la acuicultura y la hidroponía. Aquí se explicará la diferencia entre la hidroponía y la acuaponía.
- ♦ El recorrido en los sistemas acuapónicos se iniciará explicando a los estudiantes cómo se instala el sistema, dando una breve explicación de los componentes del mismo.
- ♦ Se orientará sobre el tipo de peces utilizados y su manejo.
- ♦ Se le explicará la importancia de medir la acidez del agua de los tanques y se les mostrará la forma en que se obtiene esta medida.

Actividad 5

Trabajando con los sistemas acuapónicos

Durante esta actividad los estudiantes podrán trabajar con los sistemas acuapónicos al medir pH, sembrar en los hidrogones y colocar plántulas en las camas de crecimiento.

Objetivos–

- ◆ Describir el funcionamiento del sistema acuapónico mediante la participación activa al medir pH, hacer semilleros y colocar plántulas en los tubos.
- ◆ Relacionar las tareas realizadas con la productividad del sistema acuapónico.

Técnicas–

- ◆ trabajo en grupo

Fase–


- ◆ Conceptualización



Foto por Luz Leyda López

Trabajando con los sistemas acuapónicos

- ◆ Se explicará al tiempo que se demuestra la forma de medir pH, hacer semilleros utilizando hidrogones y la colocación de las plántulas en los tubos del sistema.
- ◆ Se dividirá los estudiantes en los grupos previamente organizados. A cada grupo se le había asignado un nombre. Ese nombre corresponde a la actividad que realizará:
 - *Grupo pH* - recoger muestreo de agua de los tanques asignados y medir su pH con la ayuda del medidor de acidez. En la *hoja de trabajo #2* anotarán las observaciones.
 - *Grupo semilla* - luego de observar el procedimiento a seguir la confección de semilleros, se le asignará una cantidad de semillas que deberán ser colocadas en los hidrogones. Rotarán en las placas de metal la fecha y el tipo de semilla que utilizaron. En la *hoja de trabajo #3* los estudiantes anotarán sus observaciones.

- 
- *Grupo hidrogones* - se le asignará el colocar las plántulas en los tubos del sistema. Uno de los estudiantes tomará fotos mientras realizan la tarea. Al finalizar la tarea el grupo hará una comparación de sus plántulas con el crecimiento de plántulas previamente colocadas en los sistemas. Anotarán sus observaciones en la *hoja de trabajo #4*.

Actividad 6

Mi experiencia en el Jardín

Esta actividad provee a los estudiantes la oportunidad de transmitir sus experiencias, observaciones y conocimientos adquiridos a través del viaje al Jardín Botánico y Cultural de Caguas, dando énfasis a su experiencia en la Plaza Agrícola. También podrán compartir con sus compañeros los resultados de la tarea realizada con el sistema.

Objetivos–

- ◆ Expresar puntos positivos y negativos del Viaje al Jardín Botánico.
- ◆ Comparar y contrastar los tres tipos de cultivo observados durante la visita (cultivo tradicional, acuaponía, e hidroponía).

Técnicas–

- ◆ Informes en grupo

Fase–

- ◆ Evaluación



Foto por Rafael Balseiro

Preparación de los informes orales y escritos

- ◆ Previo a la visita, debe haber entregado a los estudiantes los *criterios de evaluación #1* y la *rúbrica evaluativa #1* de los informes orales y escritos para que los tuvieran en consideración durante toda la visita.
- ◆ Una vez recopilada toda la información y fotografías del Jardín Botánico, los estudiantes serán divididos en la sala de clase para organizar su plan de trabajo. Deben determinar como presentarán la información.
- ◆ Coordine con el salón de tecnología para proveer varios días de trabajo a los estudiantes.
- ◆ Asígneles el continuar los trabajos en sus hogares.

Presentaciones Orales

- ◆ Asigne con anterioridad la fecha en la que cada grupo dará su informe oral (un grupo por día) y que entregarán su informe escrito.
- ◆ Luego de la presentación de cada grupo, lleve a cabo una discusión socializada donde los estudiantes puedan expresar críticas constructivas y hacer comentarios positivos del informe escuchado.
- ◆ Use la *rúbrica evaluativa #1* para evaluar a sus estudiantes.

Agenda de la Visita

Tema	Lugar	Descripción	Persona a cargo
Bienvenida	Centro de Visitantes	Dar bienvenida y explicar reglas del Jardín.	Guía del Jardín
Introducción al Jardín Botánico y Cultural	Centro de Visitantes	Breve explicación de la historia del Jardín.	Guía del Jardín
Recorrido Científico e Histórico	Todo el Jardín	Visita a las áreas de interés del Jardín (la Huerta Frutal, el Humedal Tropical, la Arboleda Ancestral Taína y el arte rupestre de nuestros indígenas, la Arboleda Ancestral Africana, el Corredor Ribereño, el Bosque del Patrimonio, la Casa Jíbara, el Palmar, la Arboleda Criolla del Siglo XIX, el Bosque Florido, el Mariposario, el Jardín Acuático, el Humedal Tropical, el Centro de Investigaciones Arqueológicas, la Zona Histórica del antiguo ingenio azucarero, el Lago de la identidad Criolla y la Plaza Artesanal).	Guía del Jardín
Introducción a la Plaza Agrícola	Centro de Visitantes	Información de la Plaza Agrícola. Información de los Sistemas Hidropónicos y Acuapónicos.	Guía del Jardín
Orientación sobre los sistemas acuapónicos	Plaza Agrícola	Orientación sobre los cultivos Acuapónicos (justificación, importancia, funcionamiento, etc.)	Guía del Jardín
Actividades Educativas con el Sistema Acuapónicos	Plaza Agrícola	Se realizan las actividades descritas en la de la Guía de Actividades: Integración de Sistemas Acuapónicos en la Educación Ambiental 7mo – 9no.	Guía del Jardín y personal de la Plaza Agrícola
Despedida	Plaza Agrícola	- Agradecimiento por la visita y otra información pertinente. - Se le recuerda a los estudiantes el trabajo que deben preparar para presentar en su salón.	-Guía del Jardín y personal de la Plaza Agrícola - Maestro

Hoja de Trabajo #2

Anotaciones del Grupo pH

Tanque	Medida pH

Observaciones:

Hoja de Trabajo #3

Anotaciones del Grupo Semilla

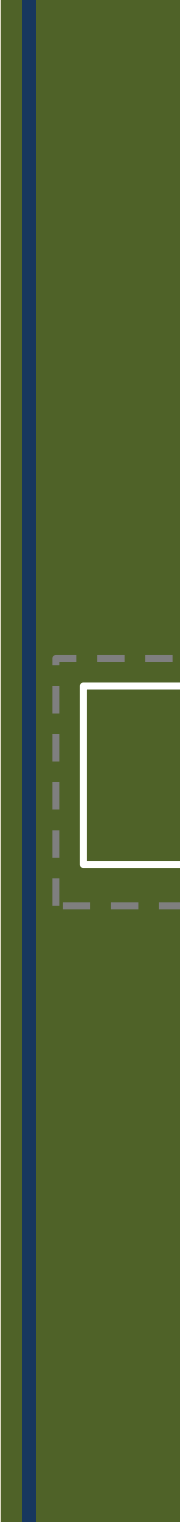
Fecha	
Tipo de semilla	

Observaciones:

Hoja de Trabajo #4

Anotaciones del Grupo Hidrogones

Plántulas Nuevas	Plántulas previamente colocadas



Actividades en
La Escuela

Quiero sembrar sin suelo

En esta actividad los estudiantes trabajarán directamente con el sistema acuapónico instalado en la sala de clase al crear su propio cultivo. De esta forma pueden ampliar sus conocimientos acerca de su funcionamiento. Además, tendrán la oportunidad de hacer estudio voluntario con el sistema acuapónico al montarlo en sus hogares y presentarlo ante la comunidad escolar.

Objetivos–

- ◆ Aplicar los conocimientos adquiridos al desarrollar un cultivo acuapónico en la sala de clase.

Estándares de Ciencias–

- ◆ **La Naturaleza de las Ciencias**
 - ◆ Observa, piensa, cuestiona, explica, obtiene datos, formula hipótesis y diseña y ejecuta experimentos.
 - ◆ Colabora para el éxito de las tareas de su grupo de trabajo.
- ◆ **Los Sistemas y Los Modelos**
 - ◆ Diseña, construye y utiliza modelos en diferentes contextos y modifica y descarta, según se hacen nuevos descubrimientos.
- ◆ **La Ciencia, la Tecnología y la Sociedad**
 - ◆ Evalúa el impacto del desarrollo tecnológico sobre la calidad de vida.

Estándar de Educación Ambiental –

II. Conocimiento de Procesos y de Sistemas Ambientales

2.4- Ambiente y Sociedad

- D. Tecnología- analizar como la habilidad de desarrollar y usar la tecnología le da a los seres humanos gran influencia sobre el ambiente .

Conceptos–

- ◆ cultivos acuapónicos
- ◆ hidrogones

Conocimientos–

- ◆ Manejo de equipo y método necesario para crear un sistema acuapónico.
- ◆ Como lograr con éxito un cultivo en un sistema acuapónico.

Destrezas–

- ◆ Refinar las destrezas de trabajo en grupos.
- ◆ Capacidad para seguir instrucciones escritas al manipular instrumentos científicos

Valoreso Actitudes–

- ◆ Desarrollaran lazos entre compañeros al trabajar un proyecto en grupos cooperativos.
- ◆ Desarrollan sentido de futuro positivo al entender que la acuaponía es una alternativa practica y fácilmente manejable en la sala de clase y en los hogares.

Técnicas–

- ◆ Trabajo en grupo

Materiales–

- ◆ Sistema Acuapónico casero
- ◆ *Stress coat*
- ◆ hidrogones
- ◆ *propper pH*
- ◆ alimento para peces
- ◆ *stress zime*
- ◆ peces
- ◆ semillas
- ◆ cámara

Evaluación –

- ◆ Diario Reflexivo
- ◆ Informe Escrito
- ◆ Presentación Oral
- ◆ Exhibición de Trabajo Casero (opcional)

Esta actividad provee a los estudiantes la oportunidad de trabajar directamente con el sistema acuapónico, al tiempo que le permite conocer su funcionamiento. De esta forma el estudiante puede desarrollar cambios en el montaje ya sea para mejorar la eficiencia del sistema o la estética del mismo.

Objetivos–

- ◆ Crear un cultivo utilizando el sistema acuapónico.
- ◆ Ampliar los conocimientos acerca de la acuaponía al ponerla en práctica.

Técnicas–

- ◆ Trabajo en grupo

Fase–

- ◆ Aplicación.



Foto por Luz Leyda López

Cultivo en grupos

- ◆ Los estudiantes serán divididos en cinco grupos de trabajo. Cada grupo trabajará en una estación de laboratorio que tendrá previamente instalado el sistema acuapónico casero (según ilustrados en el Manual de instrucciones para montar un sistema acuapónico casero).
- ◆ Haga entrega a cada grupo de los *criterios de evaluación #2*, la *rúbrica evaluativa #2* y la *rúbrica evaluativa #3*. Discútalas y dé oportunidad a sus estudiantes de expresar sus dudas y que éstas sean aclaradas.
- ◆ El grupo debe colocar las semillas en los hidrogones, colocar los hidrogones en las camas de crecimiento, suministrar el *propper* pH, el *stress coat* y el *stress zime*. Luego diariamente deben monitorear el pH del agua y alimentar los peces.

Evaluación

- ◆ Cada grupo debe entregar un informe escrito que incluirá la *hoja de trabajo #5* y la cronología de crecimiento. También deben entregar una muestra de la cosecha final. Serán evaluados con la *rúbrica evaluativa #2* y la *rúbrica evaluativa #3*.

Esta es una actividad voluntaria. Todo aquel estudiante interesado en realizarla recibirá una evaluación adicional. En ella el estudiante podrá crear su propio sistema acuapónico en su hogar. De esta forma se traslada la educación de acerca de estos sistemas fuera de la sala de clase.

Objetivos–

- ◆ Aplicar el conocimiento acerca del funcionamiento del sistema acuapónico.
- ◆ Educar otros sectores fuera de la sala de clase acerca del funcionamiento de estos sistemas.

Técnicas–

- ◆ Trabajo individual
- ◆ Comunicación social

Fase–

- ◆ Aplicación



Foto por Vyomar I. Santiago

Cultivo Individual

- ◆ Identifique a los estudiantes interesados en crear su propio sistema acuapónico.
- ◆ Haga entrega al estudiante de la *hoja de consentimiento* que deben firmar sus padres y de los *criterios de evaluación #3*. El estudiante debe discutirlo con sus padres y entregar la hoja firmada.
- ◆ Luego proceda a discutir con el estudiante los *criterios de evaluación #3* y la *rúbrica evaluativa #4*. Aclare toda duda.

Evaluación

- ◆ Para evaluar el trabajo se utilizará la *rúbrica evaluativa #4*.
- ◆ El trabajo será exhibido a la comunidad escolar.

Criterios de Evaluación #2

Formato para realizar el Cultivo Acuapónico

Instrucciones:

El trabajo debe ser realizado con el equipo asignado. Cada grupo deberá tomar anotaciones de su trabajo con el sistema acuapónico, además deben tomar fotografías para crear una cronología del crecimiento de su cultivo.

Trabajando con el sistema acuapónico:

- ◆ Coloca en el tanque los peces.
- ◆ Añade el *propper* pH, el *stress coat* y el *stress zime*.
- ◆ Coloca las semillas dentro de los hidrogones.
- ◆ Coloca los hidrogones dentro de las camas de crecimiento.
- ◆ Enciende el sistema.
- ◆ Gradúa el agua.
- ◆ Recuerda que debes monitorear el pH del agua y alimentar los peces diariamente. Toma tus anotaciones en la *hoja de trabajo #5*.

Cronología del Crecimiento de las plantas:

- ◆ Tome una foto del cultivo cada dos a tres días.
- ◆ Pegue la foto en una Hoja de papel con la fecha en que la tomó. Coloque dos fotografías por hoja.
- ◆ Escriba en la página de portada los nombres de los integrantes del grupo.

Guía para hacer el informe escrito:

El siguiente formato provee una idea general de la manera en que se puede organizar el informe escrito.

- ◆ Portada
- ◆ Datos Recopilados
Incluya la hoja de trabajo #5
- ◆ Cronología de Crecimiento
- ◆ Incluya las fotos tomadas con la fecha. Al final en narrativo analice lo observado.
- ◆ Conclusión
Escriba una conclusión donde presente un análisis de los datos recopilados y el resultado final del cultivo.

Evaluación:

El informe escrito debe ser entregado en un cartapacio. La muestra de su cosecha debe ser puesta en una bolsa transparente sellada y grapada al cartapacio.

La evaluación del trabajo será de dos formas. Los resultados en conjunto se evaluarán en forma grupal (ver *rúbrica evaluativa #3*) correspondiendo al 75 por ciento de la nota final y la participación de cada estudiante será evaluada en forma individual (ver *rúbrica evaluativa #2*) correspondiendo al 25 por ciento de la nota final.

Hoja de Trabajo #5

Datos recopilados en el Cultivo Acuapónico

Estación de Trabajo # _____

Integrantes del grupo:

Nombre	Tarea asignada

Especie de pez utilizada: _____

Planta a cultivar (semilla): _____

Día en que comenzó el cultivo: _____

Día en que cosechó: _____

Observaciones:

Rúbrica Evaluativa #2

Nombre del Estudiante: _____

Fecha: _____

Rúbrica para evaluar la integración del individuo con el equipo de trabajo

Categoría	4	3	2	1
Trabajando con otros	Casi siempre escucha, comparte y apoya el esfuerzo de otros. Trata de mantener la unión de los miembros trabajando en grupo.	Usualmente escucha, comparte y apoya el esfuerzo de otros. No causa "problemas" en el grupo.	A veces escucha, comparte y apoya el esfuerzo de otros, pero algunas veces no es un buen miembro del grupo.	Raramente escucha, comparte y apoya el esfuerzo de otros. Frecuentemente no es un buen miembro del grupo.
Contribuciones	Proporciona siempre ideas útiles cuando participa en el grupo y en la discusión en clase. Es un líder definido que contribuye con mucho esfuerzo.	Por lo general, proporciona ideas útiles cuando participa en el grupo y en la discusión en clase. Un miembro fuerte del grupo que se esfuerza.	Algunas veces proporciona ideas útiles cuando participa en el grupo y en la discusión en clase. Un miembro satisfactorio del grupo que hace lo que se le pide.	Rara vez proporciona ideas útiles cuando participa en el grupo y en la discusión en clase. Puede rehusarse a participar.
Control de la Eficacia del Grupo	Repetidamente controla la eficacia del grupo y hace sugerencias para que sea más efectivo.	Repetidamente controla la eficacia del grupo y trabaja para que el grupo sea más efectivo.	Ocasionalmente controla la eficacia del grupo y trabaja para que sea más efectivo.	Rara vez controla la eficacia del grupo y no trabaja para que éste sea más efectivo.
Calidad de Trabajo	Proporciona trabajo de la más alta calidad.	Proporciona trabajo de calidad.	Proporciona trabajo que, ocasionalmente, necesita ser comprobado o rehecho por otros miembros del grupo para asegurar su calidad.	Proporciona trabajo que, por lo general, necesita ser comprobado o rehecho por otros para asegurar su calidad.

Categoría	4	3	2	1
Manejo del Tiempo	Utiliza bien el tiempo durante todo el proyecto para asegurar que las cosas estén hechas a tiempo. El grupo no tiene que ajustar la fecha límite o trabajar en las responsabilidades por la demora de esta persona.	Utiliza bien el tiempo durante todo el proyecto, pero pudo haberse demorado en un aspecto. El grupo no tiene que ajustar la fecha límite o trabajar en las responsabilidades por la demora de esta persona.	Tiende a demorarse, pero siempre tiene las cosas hechas para la fecha límite. El grupo no tiene que ajustar la fecha límite o trabajar en las responsabilidades por la demora de esta persona.	Rara vez tiene las cosas hechas para la fecha límite y el grupo ha tenido que ajustar la fecha límite o trabajar en las responsabilidades de esta persona porque el tiempo ha sido manejado inadecuadamente.
Solución de Problemas	Busca y sugiere soluciones a los problemas.	Refina soluciones sugeridas por otros.	No sugiere o refina soluciones, pero está dispuesto a tratar soluciones propuestas por otros.	No trata de resolver problemas o ayudar a otros a resolverlos. Deja a otros hacer el trabajo.
Preparación	Trae el material necesario a clase y siempre está listo para trabajar.	Casi siempre trae el material necesario a clase y está listo para trabajar.	Casi siempre trae el material necesario, pero algunas veces necesita instalarse y se pone a trabajar.	A menudo olvida el material necesario o no está listo para trabajar.
Actitud	Nunca critica públicamente el proyecto o el trabajo de otros. Siempre tiene una actitud positiva hacia el trabajo.	Rara vez critica públicamente el proyecto o el trabajo de otros. A menudo tiene una actitud positiva hacia el trabajo.	Ocasionalmente critica en público el proyecto o el trabajo de otros miembros de el grupo. Tiene una actitud positiva hacia el trabajo.	Con frecuencia critica en público el proyecto o el trabajo de otros miembros de el grupo. A menudo tiene una actitud positiva hacia el trabajo.

Categoría	4	3	2	1
Enfocándose en el Trabajo	Se mantiene enfocado en el trabajo que se necesita hacer. Muy autodirigido.	La mayor parte del tiempo se enfoca en el trabajo que se necesita hacer. Otros miembros del grupo pueden contar con ésta persona.	Algunas veces se enfoca en el trabajo que se necesita hacer. Otros miembros del grupo deben algunas veces regañar, empujar y recordarle a esta persona que se mantenga enfocado.	Raramente se enfoca en el trabajo que se necesita hacer. Deja que otros hagan el trabajo.

Puntuación Final: _____

Rúbrica Evaluativa #3

Equipo # _____

Fecha: _____

Rúbrica para evaluar el informe escrito del Grupo de Trabajo

Categoría	4	3	2	1
Componentes del Reporte	Todos los elementos requeridos están presentes y elementos adicionales que añaden al reporte (por ejemplo comentarios atentos y gráficas) han sido incluidos.	Todos los elementos requeridos están presentes.	Un elemento requerido está omitido pero elementos adicionales que añaden al reporte (por ejemplo comentarios atentos gráficas) han sido incluidos.	Varios elementos requeridos han sido omitidos.
Datos	Una representación profesional y precisa de los datos en tablas y/o gráficas. Las gráficas y las tablas están etiquetadas y tituladas.	Una representación precisa de los datos en tablas y/o gráficas. Las gráficas y tablas están etiquetadas y tituladas.	Una representación precisa de los datos en forma escrita.	Los datos no son demostrados o no son precisos.
Fotografías	Se incluye fotografías y precisos que facilitan la comprensión del experimento. Los diagramas están etiquetados de una manera ordenada y precisa.	Se incluye fotografías que están etiquetados de una manera ordenada y precisa.	Se incluye fotografías y éstos están etiquetados.	Faltan fotografías importantes o faltan etiquetas importantes.
Conceptos científicos	El reporte representa un preciso y minucioso entendimiento de los conceptos científicos esenciales en el laboratorio.	El reporte representa un preciso entendimiento de la mayoría de los conceptos científicos esenciales en el laboratorio.	El reporte ilustra un entendimiento limitado de los conceptos científicos esenciales en el laboratorio.	El reporte representa un entendimiento incorrecto de los conceptos científicos esenciales en el laboratorio.
Ortografía, Puntuación y Gramática	Uno o pocos errores de ortografía puntuación y gramática en el reporte.	Dos ó tres errores de ortografía puntuación y gramática en el reporte.	Cuatro errores de ortografía puntuación y gramática en el reporte.	Más de 4 errores de ortografía
Conclusión	La conclusión incluye los descubrimientos que apoyan la hipótesis, posibles fuentes de error y lo que se aprendió del experimento.	La conclusión incluye los descubrimientos que apoyan la hipótesis y lo que se aprendió del experimento.	La conclusión incluye lo que fue aprendido del experimento.	No hay conclusión incluida en el informe.

Criterios de Evaluación #3

Formato para montar el Sistema Acuapónico

Instrucciones:

El trabajo debe ser realizado en el hogar con la autorización de sus padres o encargados. Antes de comenzar debe entregar firmada la *hoja de consentimiento*. Será evaluado el resultado final que se presentará en un tablón de exhibición de proyectos ante la comunidad escolar y recibirá una evaluación adicional.

Trabajando con el sistema :

Para realizar el montaje del sistema debe utilizar el *Manual instrucciones para montar un sistema acuapónico casero*.

Cronología del Crecimiento de las plantas:

- ◆ Tome una foto del cultivo cada dos a tres días.
- ◆ Rotule las fotos con la fecha en que la tomó.
- ◆ Inclúyalas en su exhibición.

Montaje para exhibición:

- ◆ El tablón de exhibición deberá incluir:
 - Título del trabajo
 - Procedimiento según se te especifica en el *Manual de Instrucciones para montar un sistema acuapónico casero*.
 - Fotos del procedimiento rotuladas con la fecha en que se tomaron.
 - Observaciones y resultados
 - Conclusiones

Evaluación:

Se asignarán 5 maestros de la escuela para que completen la *rúbrica evaluativa # 4* y determinen la puntuación total del trabajo.

Hoja de Consentimiento

Autorización para montar un sistema acuapónico en el hogar

Yo _____ encargado del (a) estudiante
_____ de _____ grado, me
comprometo a colaborar activamente en el montaje del sistema acuapónico de mi
hijo (a). Entiendo que el trabajo es voluntario y que los gastos son responsabilidad
nuestra y no de la escuela o colegio. Estoy consiente del valor educativo de esta
actividad y por eso accedo a realizar este trabajo con mi hijo. Entiendo que mi hijo
recibirá una evaluación adicional por este trabajo, pero de no terminarlo no será
penalizado.

Firma del Padre o encargado

Fecha

Firma del Estudiante

Fecha

Firma del Maestro

Fecha

Rúbrica Evaluativa #4

Nombre del Estudiante: _____

Fecha: _____

Informe Sobre el Desarrollo de Cultivo Acuapónico

Categoría	4	3	2	1
Descripción del procedimiento	Los procedimientos fueron delineados paso a paso de manera que pueden ser seguidos por cualquiera sin necesitar explicaciones adicionales. No necesitó ayuda de un adulto para llevar esto a cabo.	Los procedimientos fueron delineados paso a paso de manera que pueden ser seguidos por cualquiera sin necesitar explicaciones adicionales. Necesitó algo de ayuda por parte de un adulto.	Los procedimientos fueron delineados paso a paso, pero tenía 1 ó 2 deficiencias que requirieron explicación aún después de la retroalimentación de un adulto.	Los procedimientos que fueron delineados estaban bastante incompletos o en desorden, aún después de la retroalimentación de un adulto.
Exhibición	Cada elemento en la exhibición tenía su función y claramente servía para ilustrar algún aspecto del experimento. Todos los objetos, diagramas, gráficas, etc. fueron etiquetados con esmero y correctamente.	Cada elemento tenía su función y claramente servía para ilustrar algún aspecto del experimento. La mayoría de los objetos, diagramas, gráficas, etc. fueron etiquetados correctamente y con esmero.	Cada elemento tenía su función y claramente servía para ilustrar algún aspecto del experimento. La mayoría de los objetos, diagramas, gráficas, etc. estaban correctamente etiquetados.	La exposición parecía incompleta o caótica sin un plan claro. Muchas etiquetas estaban ausentes o eran incorrectas.

Categoría	4	3	2	1
Recolección de datos	Los datos fueron reunidos varias veces. La información fue resumida, independientemente, de forma que claramente describe lo que fue descubierto.	Los datos fueron reunidos más de una vez. La información fue resumida, independientemente, de forma que claramente describe lo que fue descubierto.	Los datos fueron reunidos más de una vez. La ayuda de un adulto fue necesaria para claramente resumir lo que fue descubierto.	Los datos fueron reunidos sólo una vez y la asistencia de un adulto fue necesaria para claramente resumir lo que fue descubierto.
Diagramas o Fotos	Proporcionó fotos o un diagrama preciso, fácil de seguir con etiquetas para ilustrar el procedimiento o el proceso estudiado.	Proporcionó fotos o un diagrama preciso con etiquetas que ilustran el procedimiento o el proceso estudiado.	Proporcionó fotos o un diagrama fácil de seguir con etiquetas que ilustran el procedimiento o proceso, pero un paso clave fue dejado fuera.	No proporcionó fotos o un diagrama o el mismo estaba incompleto.
Instrucciones	El grupo siguió al pie de la letra las instrucciones especificadas por la maestra.	El grupo siguió en su mayoría las instrucciones específicas por la maestra.	El grupo realizó cambios a las instrucciones específicas de la maestra.	El grupo hizo una presentación diferente a lo que la maestra especificó.

Puntuación Final: _____

Manual de Instrucciones

COMO MONTAR MI SISTEMA ACUAPONICO

Manual de instrucciones para montar un sistema acuaponico casero 2008

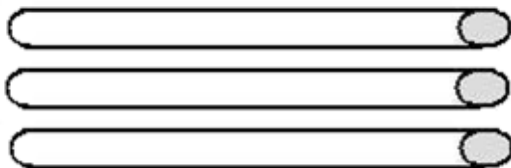
Materiales y Equipos

- 1 tanque de 55 galones
- lámpara que irradie ultravioleta
- bomba de agua sumergible
- filtro para 50 galones (opcional)
- 1Tubo PVC de 2" de diámetro
- 1Tubo PVC de 1/2" de diámetro
- Tubo PVC flexible de 1/8" de diámetro
- 3 codos PVC de 45° para tubo 2" de diámetro
- 4 codos PVC de 90° para tubo de 1/2" de diámetro
- 3 abrazaderas para tubo de 2"
- 2 abrazaderas para tubo de 1/2"
- Pega para PVC
- 1 pedazo de madera de 30 cm de longitud
- 1 válvula de 1/2" de diámetro
- 1 adaptador de rosca para 1/2"
- 6 tornillos de 1/4"
- peces
- comida para peces
- propper* pH
- dechlorinador
- Stress coat*
- Stress zime*
- gravilla
- hidrogenos
- semillas
- taladro
- barrena de 1 3/4"
- barrena de 1/8"
- segueta

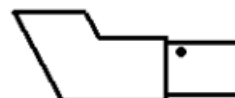


Procedimiento

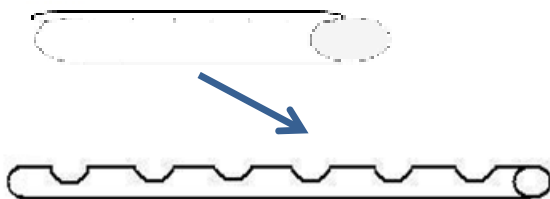
- 1** Corta 3 tubos PVC de 2" de diámetro a 3' de longitud cada uno.



- 4** Utilizando el taladro y una barrena de 1/8" perfora cada tubo en el extremo superior, donde termina el codo de 45°.



- 2** En cada tubo haz perforaciones de 1 3/4" de diámetro con separaciones de 6", centro a centro de cada perforación. Para que cada hueco quede perfectamente alineado puedes amarrar un cordón a lo largo del tubo pasando por dentro y haces las marcas



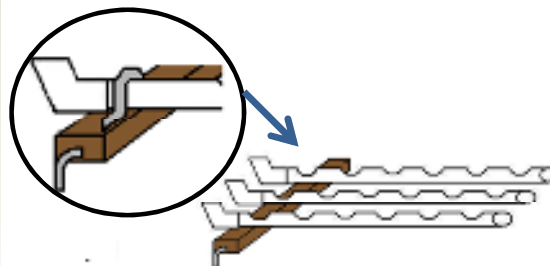
- 5** Instala las abrazaderas de 1/2" en ambos extremos del pedazo de madera como ilustrado.



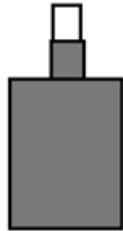
- 3** Pega a cada tubo cortado un codo de 45° en uno de sus extremos.



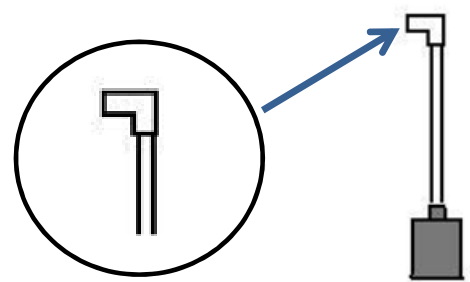
- 6** Coloca los tres tubos terminados en el paso 4 sobre la madera preparada en el paso 5. Fíjalos a la madera utilizando las abrazaderas para tubos de 2".



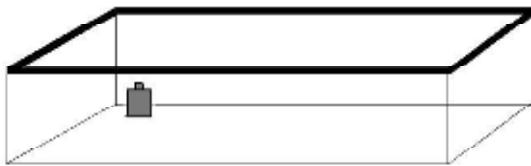
- 7** Instala el adaptador de rosca PVC a la bomba de agua.



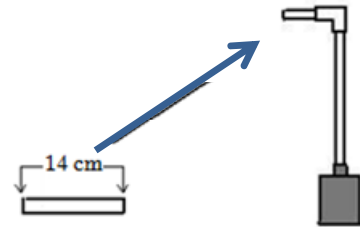
- 10** Coloca al tubo de 1/2" un codo de 1/2". Fíjalo con pega para PVC.



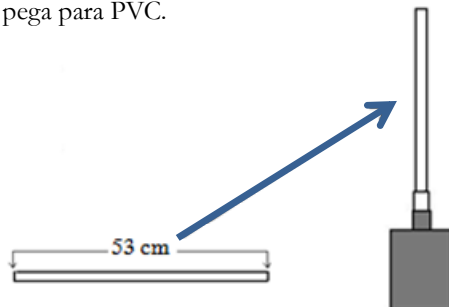
- 8** Coloca la bomba de agua en la pecera de 55 galones.



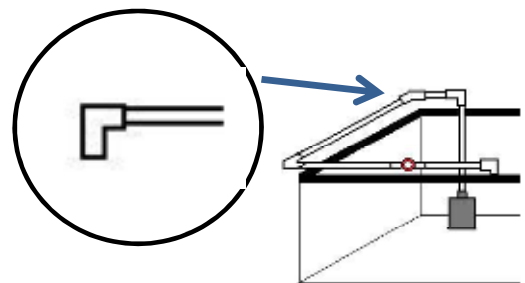
- 11** Corta un tubo PVC a 14 cm de longitud. Utilizando pega para PVC únelo al codo instalado en el paso 10.



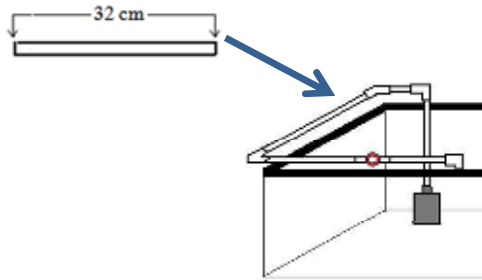
- 9** Corta un tubo PVC a 53 cm (la altura de la pecera menos la altura de la bomba de agua). Colócalo sobre el adaptador de rosca que uniste a la bomba de agua. Fíjalo con pega para PVC.



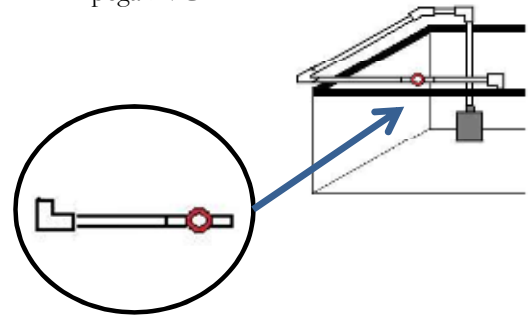
- 12** Coloca al tubo instalado en el paso 11 un codo de 1/2". Fíjalo con pega PVC.



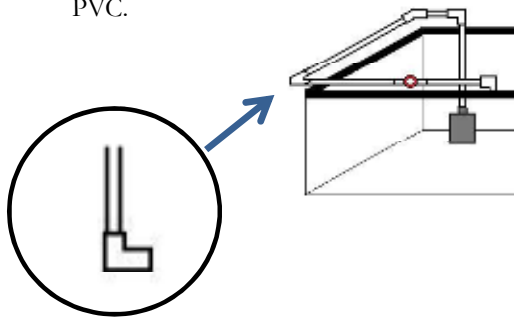
- 13** Corta un tubo PVC a 32 cm. Utilizando pega para PVC únelo al codo instalado en el paso 12.



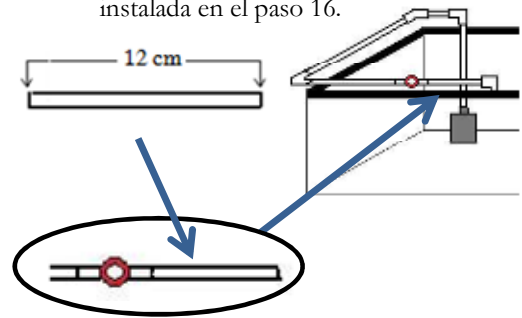
- 16** Coloca la válvula de 1/2" de diámetro en el tubo instalado en el paso 15. Fíjala con pega PVC.



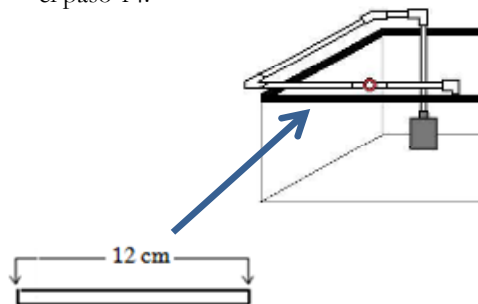
- 14** Coloca al tubo instalado en el paso 13 un codo de 1/2". Fíjalo con pega para PVC.



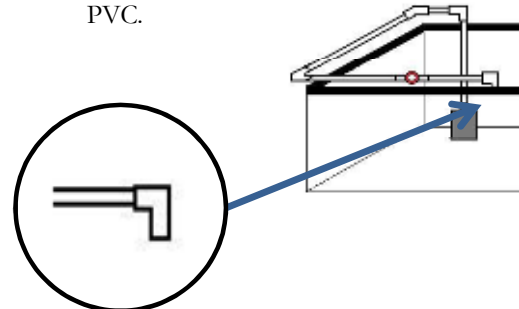
- 17** Corta un tubo PVC a 12 cm. Utilizando pega para PVC únelo a la válvula instalada en el paso 16.



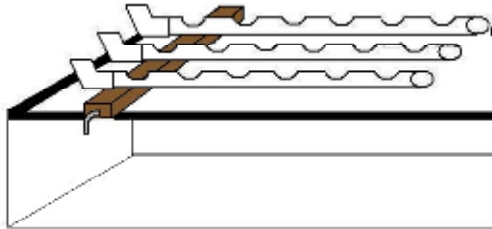
- 15** Corta un tubo PVC a 12 cm. Utilizando pega para PVC únelo al codo instalado en el paso 14.



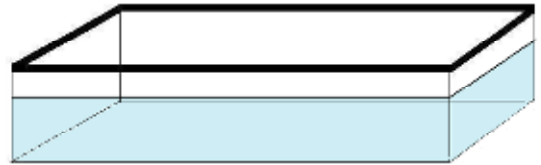
- 18** Coloca al tubo instalado en el paso 17 un codo de 1/2" de tal forma que el extremo libre del codo quede hacia el tanque (para desagüe). Fíjalo con pega PVC.



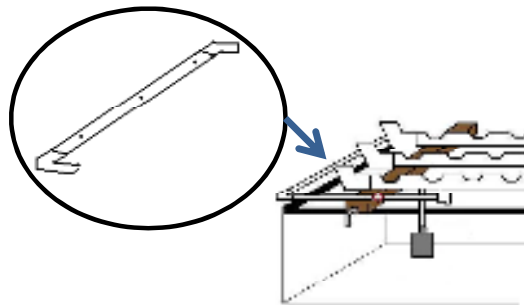
- 19** Coloca las camas de crecimiento instaladas en el paso 6, encima del tanque.



- 22** Llena aproximadamente $\frac{3}{4}$ partes del tanque con agua.



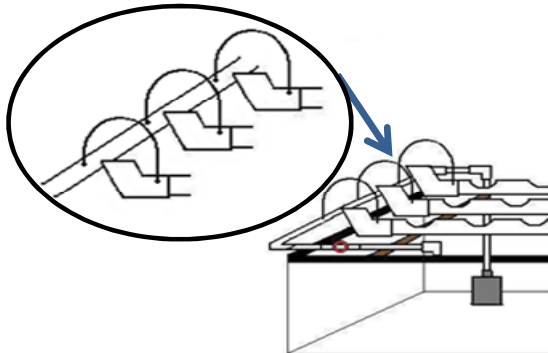
- 20** Utilizando el taladro y la barrena de $\frac{1}{8}$ " haz tres perforaciones en el tubo de $\frac{1}{2}$ " que queda paralelo a la madera frente a cada tubo de 2".



- 23** Instala el filtro en el tanque (opcional). Añade el declorinador, el *propper* pH, el *stress coat* y el *stress zyme*. Si el tanque no tiene luz directa coloca la lámpara que irradia rayos ultravioletas.



- 21** Instala un tubo flexible de $\frac{1}{8}$ " de diámetro desde el tubo PVC de $\frac{1}{2}$ " hasta el codo de 45°.



- 24** Coloca los peces en el tanque. Puedes utilizar *gold fish*, tilapia o cualquier pez que produzca muchos desperdicios biológicos.



- 25** Coloca las semillas dentro de los hidrogones y estos a su vez los colocas dentro de las camas de crecimiento (un hidrogón por espacio).



- 26** Mide constantemente el pH y alimenta los peces al menos dos veces al día.



Para más información:



Tel: (787) 653-8990
(787) 653-8991
Fax: (787) 653-0470

Dirección:
PMB 115 Box 4956
Caguas, P.R. 00726

Plaza Agrícola

en



Joylin Guzmán Lebrón, Ph.D
Joyswatergarden@hotmail.com

REFERENCIAS

Frers, C. (2005). Los Problemas de la Degradacion del Suelo. Centro de Medios Independientes de Puerto Rico. Recopilado el dia 11 de octubre de 2008 en, <http://pr.indymedia.org/news/2005/06/8742.php>

Cruzs, S. (s.f.). Contaminantes del Suelo.

Nelson, R., Pade, J. (2008). Information in aquaponics. *Aquaponics*. Recopilado el dia 10 de octubre de 2008 en, <http://www.aquaponics.com>

(s.f.). FAO. Organizacion de la Naciones Unidas para la agricultura y la alimentacion. *Biodiversidad del Suelo*. Recuperado el dia 2 de diciembre de 2008 en, <http://www.fao.org/biodiversity/ecosystems/bio-soils/es/>

Guía Visual de Siembra Acuapónica

Con el propósito de facilitar el entendimiento del concepto acuaponía, ventajas, desventajas y manejo se preparó una guía visual dirigida a estudiantes de nivel intermedio (séptimo a noveno grado). El vídeo tiene una duración de 15 minutos y cuenta con un presentador reconocido, Braulio Castillo hijo, para dar credibilidad a la información que transmite. Presenta los siguientes temas: (1) problemas de los suelos, (2) acuaponía como instrumento didáctico, (3) ventajas de la acuaponía sobre la siembra tradicional, (4) pasos a seguir para montar un sistema acuaponico .

El montaje del sistema es llevado a cabo por estudiantes de un colegio privado para los cuales se hizo una cesión de derechos (ver apéndice B). Se utilizó la música de Daddy Yankee, artista reconocido por la juventud para captar indirectamente su atención (ver Apenndice C).

El proceso de pre producción comenzó con la redacción de un libreto bajo la supervisión de Alexis Molinares como ecólogo, Rafael Balseiro experto en grabación, Dra. Joylen Guzmán experta en acuaponía, el actor Braulio Castillo hijo y María Vilches Norat educadora ambiental.

La grabación se realizo en dos días en el mes de noviembre. El primer día se grabó el ensamblaje del sistema y el segundo día de rodaje se grabaron las escenas del presentador Braulio Castillo. La edición del video fue realizada por Rafael Balseiro bajo nuestra supervisión por un período de dos semanas.



Vídeo – Cultivos Acuapónicos

en el Jardín Botánico y Cultural de Caguas

El Video “Cultivos Acuapónicos” es un producto requisito del Internado para la Maestría en Artes en Estudios Ambientales con especialidad en Educación Ambiental de la Universidad Metropolitana. El mismo será para uso del Jardín Botánico y Cultural de Caguas para ser ofrecido gratuitamente a los visitantes interesados en conocer y establecer cultivos acuapónicos. La educación en estos sistemas fomenta la concienciación acerca de los problemas ambientales que enfrentamos y la importancia de encontrar e implementar soluciones a los mismos. El Jardín Botánico y Cultural de Caguas representa la base de educación en sistemas acuapónicos y un recurso invaluable para promover la conservación del ambiente.

Información del Vídeo

Público –

Estudiantes de nivel secundario visitantes del Jardín Botánico y Cultural de Caguas

Objetivo –

- Identificar la problemática existente en Puerto Rico relacionada a la degradación y disponibilidad de suelos.
- Reconocer la importancia del desarrollo de cultivos acuapónicos.
- Aplicar los conceptos básicos del cultivo acuapónico dentro de la sala de clase.

Formato Básico –

Introducción	Presentar los problemas ambientales y sociales.
Saludo	Presentación del moderador, del Jardín Botánico y Cultural de Caguas y de la Plaza Agrícola. Introducir los cultivos acuapónicos como alternativa a los problemas presentados.
Contenido	Definición del sistema. Ventajas de los cultivos acuapónicos.
Desarrollo del Sistema	Presentación de los materiales y equipos a utilizar. Montaje del sistema por estudiantes.
Cierre	Invitación a visitar el Jardín Botánico y Cultural de Caguas. Despedida. Agradecimientos. Contactos para información adicional.

Libreto –

Visual/Escena	Narración	Tiempo
<p>Visual 1 Se muestran fotos o imágenes que representan problemas ambientales.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recursos Hidrológicos comprometidos (Imágenes a presentar: Embalse con bajo nivel de agua, construcción con mal manejo del control de sedimentos, río y riachuelos con baja escorrentía, plumachos de sedimentos hacia sistemas marino, derrames de aceites, contaminación por desperdicios sólidos en los cuerpos de agua, uso de sustancias químicas como pesticidas, herbicidas y otros en el suelo,...) - Mal Uso del Recurso Agua (Imágenes a presentar: farmacéuticas y compañías que requieren altas cantidades de agua y generan grandes cantidades de desperdicios tóxicos,...) - Poca disponibilidad de terrenos aptos para el cultivo (Imágenes a presentar: construcciones excesivas, deforestación por construcción, terrenos inundados, diversos usos de terrenos como la ganadería,...) - Plagas (Imágenes a presentar: Monos de Cabo Rojo, gallina de palo, gorriónes exóticos en Manatí, Vega Baja y Dorado,...) - Disminución de cultivos (Imágenes a presentar: siembras o terrenos abandonados,...) - Altos costos en alimentos orgánicos (Imágenes a presentar: alimentos con precio, colmado de alimentos “sanos”, ...) 	<p>Solo se presentan las imágenes. Música de Fondo.</p>	
<p>Escena 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - Moderador habla en la entrada del Jardín Botánico 	<p>Frente a cámara:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hola te habla Braulio Castillo, y me encuentro en la Plaza Agrícola del Jardín Botánico y Cultural de Caguas, para presentarte un nuevo concepto 	

	<p>que promete ser una alternativa sustentable a problemas ambientales y sociales como los que acabas de ver.</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿De qué hablamos? De acuaponía. 	
<p>Escena 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - Moderador habla entre los sistemas. - Se presenta grabación en vivo de los hidropónicos con voz del moderador. - Se presenta grabación en vivo de los tanques de los peces con voz del moderador 	<p>Frente a cámara:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Este novedoso sistema híbrido combina el cultivo de peces de la acuicultura, con el cultivo de plantas de la hidroponía. <p>A pesar de que acuaponía es un concepto relativamente nuevo, la acuicultura y la hidroponía son sistemas que han sido utilizados desde tiempos antiguos. La unión de ambos sistemas, acuicultura e hidroponía, en un proceso de recirculación minimiza los problemas surgidos al utilizarlos individualmente.</p> <p>Voz:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La hidroponía consiste del cultivo de plantas en algún material que permita la filtración del agua o directamente en el agua, en un proceso de recirculación. En la acuicultura se crían peces en un estanque, donde hay que descartar el agua ya utilizada, un agua rica en nutrientes necesaria para el cultivo de plantas en la hidroponía. <p>Voz:</p> <ul style="list-style-type: none"> - En la acuaponía los peces proveen los nutrientes necesarios a las plantas y estas a su vez sirven como filtro natural para el agua de los peces, creando un ambiente sustentable y permitiendo el cultivo de productos naturales y orgánicos. 	
<p>Escena 3</p> <ul style="list-style-type: none"> - Moderador habla frente a los sistemas. 	<p>Frente a cámara:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La acuaponía es una actividad productiva que presenta varias ventajas: 	

<p style="text-align: center;">Visual 2</p> <p>Se escucha la voz del moderador con música de fondo mientras aparecen las ventajas escritas en la pantalla con fotos relacionadas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Producto Natural y Orgánico (Imagen: Productos) - No Suelo (Imagen: echando las semillas en los hidrogones) - Menos Agua (Imagen: Tubos con agua re circulando) - Menos Espacio (Imagen: Pecera) - Mayor productividad (Imagen: los invernaderos por dentro y por fuera) 	<p>Voz:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El producto es completamente natural y orgánico. El agua de los tanques en la que se encuentra el cultivo de peces es utilizada para el riego de las plantas por ser alta en nutrientes. Por eso no se requieren fertilizantes, pesticidas ni herbicidas; esto abarata el costo y el tiempo invertido en este proceso. Voz: - Se puede cultivar sin utilizar suelo. El cultivo de plantas se puede dar directamente en el agua, en gravilla, o en otros sistemas naturales que proporcionan una base de apoyo a la planta. Voz: - Al re circular el agua se minimiza su uso. Voz: - En el mismo espacio antes utilizado para la crianza de peces, ahora se cultivan plantas, maximizando el espacio. De esta manera, en una misma área, podemos obtener dos productos distintos. Voz: - La producción se da todo el año sin importar la época, el clima o las condiciones atmosféricas. 	
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

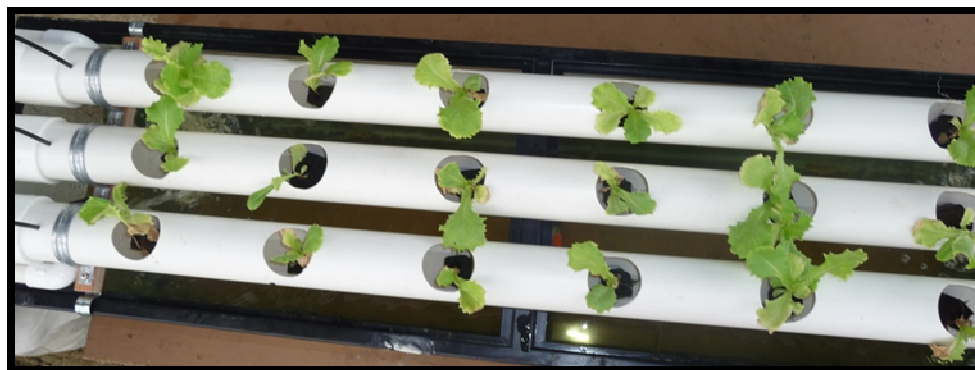
<p>Escena 4</p> <ul style="list-style-type: none"> - Moderador habla frente a los sistemas. <p>Visual 3</p> <p>Se escucha la voz del moderador con música de fondo mientras aparecen las ventajas escritas en la pantalla con fotos relacionadas</p> <ul style="list-style-type: none"> - A mayor cantidad de peces; mayor cantidad nutrientes - Luz solar + nutrientes = algas - pH = 7 	<p>Frente a cámara:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Son muchas las ventajas, pero el ser un sistema híbrido presenta algunos problemas que pueden ser reducidos o eliminados con el tiempo. Actualmente se realizan varias investigaciones y estudios de esos sistemas con el propósito de ampliar este campo y encontrar solución a los problemas existentes. <p>Algunos problemas son:</p> <p>Voz:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La disponibilidad de nutrientes depende de la cantidad de peces, su tamaño y de de cuanto se alimentan los estos en los tanques. Recuerda que a mayor desperdicio creado por los peces, mayor serán los nutrientes recibidos por las plantas. <p>Voz:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La combinación de nutrientes y la luz solar crea algas que tapan las tuberías y dañan los equipos utilizados, aumentando los costos de mantenimiento y reparación. <p>Frente a cámara:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Existe una diferencia entre el pH ideal de los peces, las plantas y las bacterias necesarias para el sistema. Por lo que el pH tiene que mantenerse en 7.0. 	
<p>Escena 5</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aparecen los estudiantes alrededor del sistema, con maestra. Se escucha la voz del moderador. 	<p>Voz:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los cultivos acuapónicos pueden ser instalados en la sala de clase y presentan una excelente herramienta en la educación al fomentar la responsabilidad individual hacia el ambiente y la conservación de los recursos naturales. Presentan una excelente alternativa para estudiar 	

<ul style="list-style-type: none"> - Se escucha la voz del moderador mientras se ve a los estudiantes trabajando. 	<p>temas relacionados a la botánica, biología, química, agricultura, e inclusive economía y mercadeo.</p> <p>Montar un sistema para establecer un cultivo acuapónico en una sala de clases es sencillo.</p> <p>Voz:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ensambla las camas de crecimiento en un pedazo de madera. - En un tanque de 55 galones instalas una bomba de agua. - Colocas los tubos PVC de ½ pulgada en la bomba. - Llena el tanque con agua. - Añade los químicos. - Una vez el agua está estabilizada depositas los peces. - Instala las camas de crecimiento encima de la pecera. - Conecta las mangas de roseo a las camas de crecimiento. - Enciende la bomba de agua. - Una vez terminado el sistema se colocan las semillas en los hidrogones. - Coloca los hidrogones en las camas de crecimiento. - Si tienes dudas utiliza el instructivo que se encuentra en la guía de actividades para cultivos acuapónicos. 	
<p>Escena 6</p> <ul style="list-style-type: none"> - Camina en el Jardín Botánico con la laguna de fondo. 	<p>Frente a cámara:</p> <ul style="list-style-type: none"> - En Puerto Rico y en el mundo existen problemas ambientales severos que sufrimos tú y yo, día a día. Es hora de poner en práctica acciones positivas para el ambiente. Busca información o visita el Jardín Botánico de Caguas donde te proporcionarán toda la información necesaria para establecer con éxito un sistema acuapónico. Aquí encontrarás un ambiente natural que te hará pensar en tu estilo de vida y desear algo mejor. 	

	Ven y relájate mientras aprendes. Visítanos hoy.	
Créditos	Música de Fondo. Aparecen escritos los créditos, contactos y agradecimientos.	

Sistema Casero para Cultivo Acuapónico

Para poder realizar los cultivos acuapónicos en la sala de clase fue necesario el diseño de un sistema de fácil ensamblaje y manejo. Para el diseño del sistema casero se consultó con la Dra. Joylen Guzmán como experta en acuaponía y con Weslei Ruíz como ingeniero civil. El sistema creado es una adaptación del sistema acuapónico comercial a uno casero. Se integra la pecera convencional y las camas de crecimiento del sistema acuapónico comercial. Es uno sencillo y fácil de instalar en la sala de clase o en el hogar.



Manual de Instrucciones para Montar un Sistema Acuapónico Casero

Luego del diseño del sistema casero para cultivos acuapónicos fue necesaria la creación de un manual de instrucciones para facilitar el ensamblaje del mismo. El manual provee instrucciones claras y fáciles de seguir por el público en general. Indica los materiales y equipos necesarios y posee diagramas que ilustran cada paso. También provee la información de expertos en acuaponía en caso de necesitar ayuda.



Manual de instrucciones para montar un sistema acuapónico casero 2008



Como montar mi sistema Acuapónico: Manual de intrucciones para montar un sistema acuapónico casero
© 2008

Escuela de Asuntos Ambientales
Universidad Metropolitana
Puerto Rico

Jardín Botánico y Cultural de Caguas
Caguas, Puerto Rico

Vyomar I. Santiago Fernández
Luz Leyda López Fernández
Maribel Del Toro Martínez

Colaboradores:
Joylin Guzmán Lebrón, Ph.D

Edición:
Alexis Molinares Forestier , M.S
María Vilches Norat, M.A

Fotografías:
Rafael Balseiro Lorenzana
Vyomar I. Santiago Fernández

Diseño del Manual:
Vyomar I. Santiago Fernández

Diseño del Sistema:
Weslie N. Ruíz Castro. P.E.

Diagramas:
Vyomar I. Santiago Fernández

Esta publicación es posible gracias al acuerdo de colaboración para el establecimiento del Centro de Internado de la Maestría en Artes en Estudios Ambientales de la Escuela de Asuntos Ambientales (EAA) de la Universidad Metropolitana (UMET) y el Jardín Botánico y Cultural del Municipio Autónomo de Caguas.

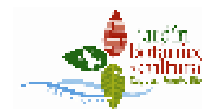
Se permite la reproducción para fines educativos con autorización de la EAA y el JBCC.

© 2008



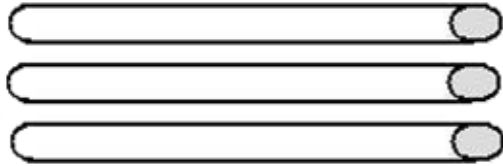
Materiales y Equipos

- 1 tanque de 55 galones
- lámpara que irradie ultravioleta
- bomba de agua sumergible
- filtro para 50 galones (opcional)
- 1 Tubo PVC de 2" de diámetro
- 1 Tubo PVC de 1/2" de diámetro
- Tubo PVC flexible de 1/8" de diámetro
- 3 codos PVC de 45° para tubo 2" de diámetro
- 4 codos PVC de 90° para tubo de 1/2" de diámetro
- 3 abrazaderas para tubo de 2"
- 2 abrazaderas para tubo de 1/2"
- Pega para PVC
- 1 pedazo de madera de 30 cm de largo
- 1 válvula de 1/2" de diámetro
- 1 adaptador de rosca para 1/2"
- 6 tornillos de 1/4"
- peces
- comida para peces
- propper pH
- decolorinador
- Stress coat*
- Stress zime*
- gravilla
- hidrogones
- semillas
- taladro
- barrena de 1 3/4"
- barrena de 1/8"
- segueta



Procedimiento

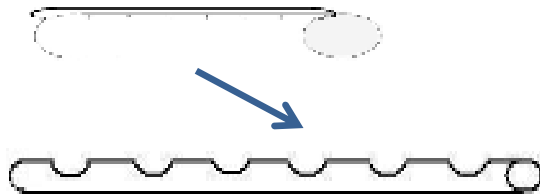
- 1** Corta 3 tubos PVC de 2" de diámetro a 3' de longitud cada uno.



- 4** Utilizando el taladro y una barrena de 1/8" perfora cada tubo en el extremo superior, donde termina el codo de 45°.



- 2** En cada tubo haz perforaciones de 1 3/4" de diámetro con separaciones de 6", centro a centro de cada perforación. Para que cada hueco quede perfectamente alineado puedes amarrar un cordón a lo largo del tubo pasando por dentro y haces las marcas



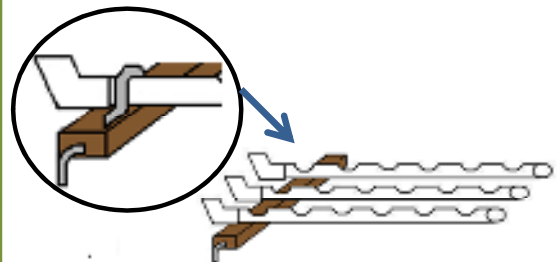
- 5** Instala las abrazaderas de 1/2" en ambos extremos del pedazo de madera como ilustrado.



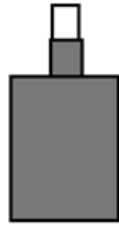
- 3** Pega a cada tubo cortado un codo de 45° en uno de sus extremos.



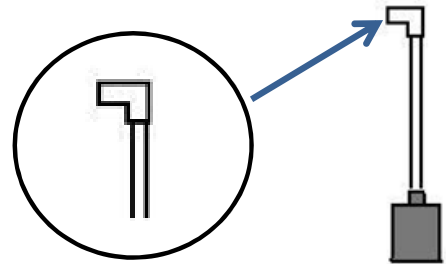
- 6** Coloca los tres tubos terminados en el paso 4 sobre la madera preparada en el paso 5. Fíjalos a la madera utilizando las abrazaderas para tubos de 2".



- 7** Instala el adaptador de rosca PVC a la bomba de agua.



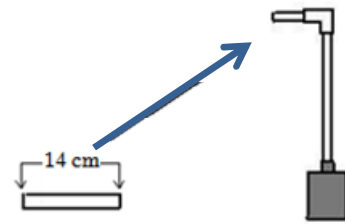
- 10** Coloca al tubo de 1/2" un codo de 1/2". Fíjalo con pega para PVC.



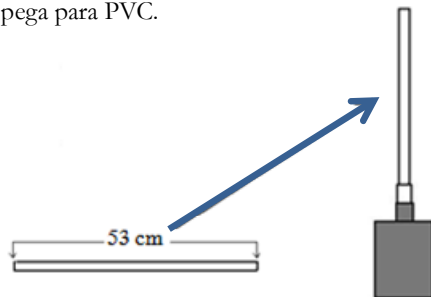
- 8** Coloca la bomba de agua en la pecera de 55 galones.



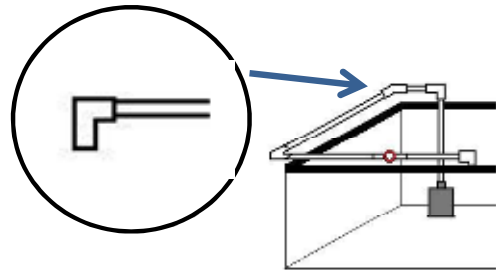
- 11** Corta un tubo PVC a 14 cm de longitud. Utilizando pega para PVC únelo al codo instalado en el paso 10.



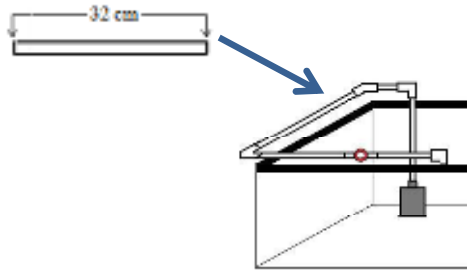
- 9** Corta un tubo PVC a 53 cm (la altura de la pecera menos la altura de la bomba de agua). Colócalo sobre el adaptador de rosca que uniste a la bomba de agua. Fíjalo con pega para PVC.



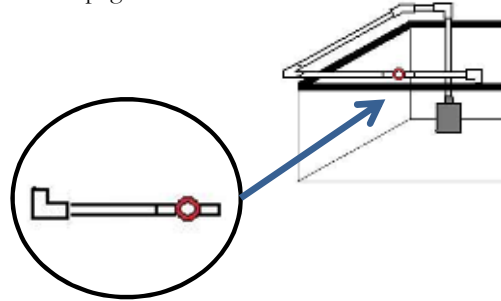
- 12** Coloca al tubo instalado en el paso 11 un codo de 1/2". Fíjalo con pega PVC.



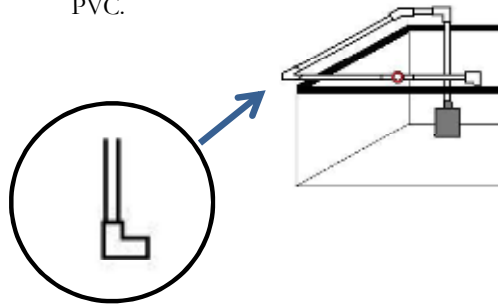
- 13** Corta un tubo PVC a 32 cm. Utilizando pega para PVC únelo al codo instalado en el paso 12.



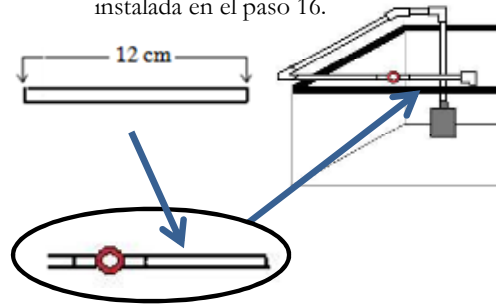
- 16** Coloca la válvula de 1/2" de diámetro en el tubo instalado en el paso 15. Fíjala con pega PVC.



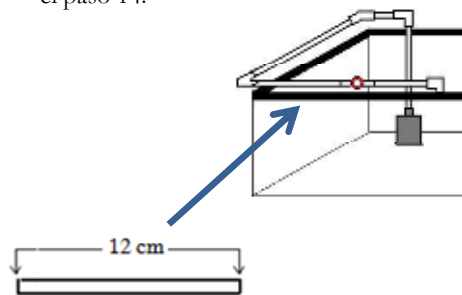
- 14** Coloca al tubo instalado en el paso 13 un codo de 1/2". Fíjalo con pega para PVC.



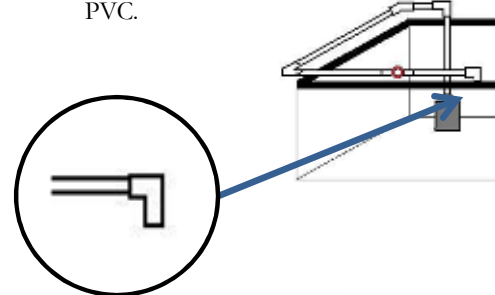
- 17** Corta un tubo PVC a 12 cm. Utilizando pega para PVC únelo a la válvula instalada en el paso 16.



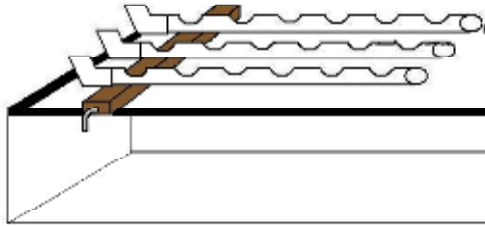
- 15** Corta un tubo PVC a 12 cm. Utilizando pega para PVC únelo al codo instalado en el paso 14.



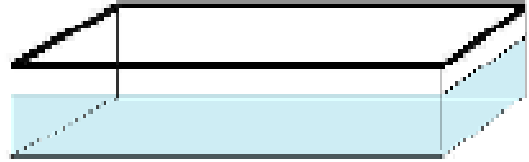
- 18** Coloca al tubo instalado en el paso 17 un codo de 1/2" de tal forma que el extremo libre del codo quede hacia el tanque (para desagüe). Fíjalo con pega PVC.



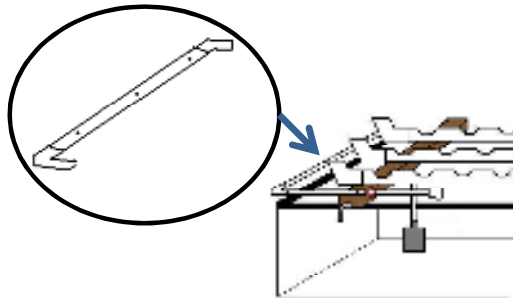
- 19** Coloca las camas de crecimiento instaladas en el paso 6, encima del tanque.



- 22** Llena aproximadamente $\frac{3}{4}$ partes del tanque con agua.



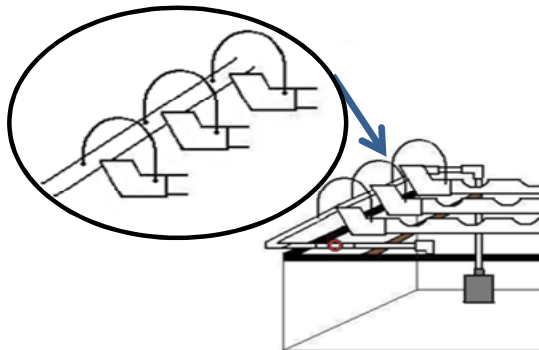
- 20** Utilizando el taladro y la barrena de $\frac{1}{8}$ " haz tres perforaciones en el tubo de $\frac{1}{2}$ " que queda paralelo a la madera frente a cada tubo de 2".



- 23** Instala el filtro en el tanque (opcional). Añade el declorador, el *propper* pH, el *stress coat* y el *stress zime*. Si el tanque no tiene luz directa coloca la lámpara que irradia rayos ultravioletas.



- 21** Instala un tubo flexible de $\frac{1}{8}$ " de diámetro desde el tubo PVC de $\frac{1}{2}$ " hasta el codo de 45°.



- 24** Coloca los peces en el tanque. Puedes utilizar *gold fish*, tilapia o cualquier pez que produzca muchos desperdicios biológicos.



- 25** Coloca las semillas dentro de los hidrogones y estos a su vez los colocas dentro de las camas de crecimiento. (Un hidrogón por espacio).



- 26** Mide constantemente el pH y alimenta los peces al menos dos veces al día.



Para más información:



Tel: (787) 653-8990
(787) 653-8991
Fax: (787) 653-0470

Dirección:
PMB 115 Box 4956
Caguas, P.R. 00726

Plaza Agrícola



Joy Guzmán
Joyswatergarden@hotmail.com



CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Al finalizar nuestro trabajo establecimos varias conclusiones. En primer lugar, que la estrategia educativa ECA resultó ser la más apta para la guía de actividades diseñada pues, ayuda a organizar las actividades de manera clara, ordenada y eficiente.

Segundo, la guía de actividades provee evaluaciones variadas. La integración de estas evaluaciones alternas a la forma tradicional es necesaria para recibir la apreciación afectiva y otras dimensiones del proceso de aprendizaje.

Tercero, el desarrollar materiales variados dirigidos a los intereses particulares de los estudiantes permite con éxito la ampliación del conocimiento, pues nuestro trabajo considera las Inteligencias Múltiples de Howard Gardner.

En cuarto lugar, presenta una alternativa a la degradación de los suelos por el uso de sustancias químicas en los procesos agrícolas convencionales, contribuye positivamente a la crisis de alimento y a la falta de terrenos aptos para el cultivo.

Quinto, es necesaria la aplicación del conocimiento técnico a la vida cotidiana para poder establecer estos sistemas como alternativa al desarrollo sustentable

Por último, la experiencia de internado es importante para aplicar los conocimientos adquiridos en los cursos conducentes a la Maestría en Artes de Educación Ambiental.

Recomendaciones

Basado en nuestra tesina sobre cultivos acuapónicos, realizado en el Jardín Botánico y Cultural de Caguas, hacemos las siguientes recomendaciones: (1) habilitar la Plaza Agrícola para recibir los grupos de estudiantes; (2) dar a conocer los ofrecimientos educativos del JBCC; (3) creación de talleres para maestros donde se muestre la forma de utilizar los materiales; (4) validar por expertos los materiales creados; y (5) fomentar futuros internados en el Jardín Botánico y Cultural de Caguas para continuar ampliando los materiales educativos que se ofrecen a la comunidad.

Limitaciones

En la búsqueda de información acerca del concepto trabajado, acuaponía, encontramos poca información. Además al proponer trabajar un sistema acuapónico en la sala de clase no encontramos un modelo que se adaptara a las necesidades particulares de nuestro trabajo. Por esto se desarrollo un sistema casero.

Al ser la acuaponía un concepto innovador encontramos poco personal diestro en la materia y pocas fuentes de información.

APENDICE A

UNIVERSIDAD METROPOLITANA

2 de febrero de 2008.

Honorable William Miranda Marín
Alcalde Municipio Autónomo de Caguas

Honorable Alcalde:

Somos estudiantes del Programa Graduado de la Escuela de Asuntos Ambientales de la Universidad Metropolitana Recinto de Cupey. Como parte de los requisitos para obtener el grado en Maestría en Artes con concentración en Educación Ambiental debemos realizar un internado en alguna dependencia gubernamental para la cual preparemos algún material educativo que sea utilizado en la formación de ciudadanos ambientalmente educados y responsables. La Profesora María Vilches Norat será nuestra mentora en el proceso del internado.

Como educadoras y cagüeñas nos sentimos orgullosas de la gestión del Gobierno Municipal en la Educación Ambiental de nuestro pueblo. La inauguración del Jardín Botánico y Cultural de Caguas ha reafirmado nuestra posición como un Municipio de Avanzada en la conservación de nuestros recursos y educación ambiental. Sería para nosotras un orgullo contribuir con nuestro trabajo a crear un nivel de literacia ambiental en los estudiantes mediante la preparación de una guía curricular para los grados séptimo a noveno sobre los recursos naturales del Jardín Botánico y su conservación. Estamos convencidas de que este trabajo servirá de mucho a todos los educadores de Puerto Rico como herramienta en su visita al jardín y posteriormente en la sala de clase. Finalmente, es nuestra meta que todos los estudiantes que visiten el Jardín continúen su estudio en clase y lleven ese conocimiento a sus hogares y sus comunidades. De esta manera se difundirá por nuestra Isla la riqueza con la que contamos los cagüeños y que esté a disposición del pueblo de Puerto Rico.

Conocemos su profundo amor por nuestro pueblo y su inquietud por la conservación del ambiente y de nuestro Planeta. La educación es el arma más poderosa para llevar el mensaje de conciencia ambiental. Esperamos su apoyo en la realización de este proyecto educativo que sabemos que será de beneficio para ésta y futuras generaciones.

Atentamente;

Luz Leyda López Fernández
Maribel Del Toro Martínez
Vyomar I. Santiago Fernández

APENDICE B



CESIÓN DE DERECHOS PARA TALENTOS

Vídeo – *Cultivos Acuapónicos en el Jardín Botánico y Cultural de Caguas*

Autorizo al Jardín Botánico y Cultural de Caguas y a la Universidad Metropolitana ambos representados por las estudiantes de maestría en Artes en Estudios Ambientales con especialidad en Educación Ambiental, Luz Leyda Lopez Fernandez, Vyomar Ivelisse Santiago Fernandez y Maribel Del Toro Martinez, a tomar grabaciones de video y voz de mi hijo (a) _____ para utilizarlos con fines educativos y sin fines de lucro. Esto incluye y no se limita al Jardín Botánico y Cultural de Caguas, la Universidad Metropolitana y cualquiera otra institución, organización, asociación o agencia, con fines educativos.

También certifico y garantizo que cumplo con todos los requisitos de ley (incluyendo legislación puertorriqueña o federal, así como los reglamentos aplicables, de haberlos) para ceder y acceder a la utilización de cualquier material visual y/o auditivo al que se aneja la siguiente cesión, con el objetivo de integrar la grabación de referencia.

El Jardín Botánico y Cultural de Caguas y la Universidad Metropolitana, Escuela de Asuntos Ambientales será dueño de la grabación (visual y/o auditiva) cedido al amparo de este contrato. Como titular el Jardín Botánico y Cultural de Caguas y la Universidad Metropolitana, Escuela de Asuntos Ambientales esta facultada ilimitadamente y a perpetuidad para la reproducción, distribución, modificación y exhibición de la grabación arriba mencionada.

En virtud de lo anterior exonero de toda responsabilidad legal a El Jardín Botánico y Cultural de Caguas y la Universidad Metropolitana, Escuela de Asuntos Ambientales y a sus representantes arriba mencionadas, por cualquier inconveniente que pudiera causar la distribución y transmisión de esta grabación a mi hijo(a) _____, a mi persona (natural o jurídica) o a terceros.

Nombre del Estudiante: _____ Fecha de Nacimiento: _____
(letra de molde / incluir dos apellidos) (d / m / a)

Nombre del Padre o encargado legal: _____
(letra de molde / incluir dos apellidos)

Dirección Residencial: _____

Fecha de grabación: _____

Certifico que la información suministrada es correcta.

Firma del Estudiante: _____ Fecha: _____

Firma del Padre o encargado legal: _____ Fecha: _____

APENDICE C

Universidad Metropolitana Escuela de Asuntos Ambientales

16 de noviembre de 2008

A quien pueda interesar:

Saludos. Soy Vyomar I. Santiago estudiante de Maestría en Artes en Estudios Ambientales con especialidad en Educación Ambiental de la Universidad Metropolitana, y junto a mis compañeras Luz Leyda López y Maribel del Toro, estamos pasando por el curso ENST 726 conocido como Internado en Educación Ambiental de la universidad antes mencionada como uno de los requisitos de graduación. Elegimos trabajar para el Jardín Botánico y Cultural de Caguas, específicamente a la Plaza Agrícola donde se están instalando sistemas acuapónicos. Aquí debemos elaborar un producto que sea de utilidad al Jardín. Por esto decidimos desarrollar un vídeo de informativo de los sistemas acuapónicos dirigido a estudiantes de nivel intermedio. El mismo tiene como objetivo el educar sobre los cultivos acuapónicos y fomentar la conservación del ambiente.

Por ser un vídeo dirigido a jóvenes es importante hacerlo atractivo a sus intereses. Conociendo el trabajo realizado por *Daddy Yankee* en pro del ambiente y sabiendo el atractivo de sus canciones hacia los jóvenes, es de nuestro interés utilizar su música en nuestro vídeo. Por esto solicitamos su autorización para utilizar las pistas de algunas canciones de *Daddy Yankee* en algunas partes del vídeo identificadas en el libreto adjunto.

Para proveerles una mejor visión de nuestro trabajo le proveemos un bosquejo con el libreto del vídeo, donde además de describir el formato del vídeo, aparece una definición del concepto acuaponía.

Le agradecemos profundamente su atención, y esperamos su respuesta.

Vyomar I. Santiago Fernández
Luz Leyda López Fernández
Maribel del Toro Martínez

REFERENCIAS

- Armstrong, T. (1999). Las inteligencias múltiples en el aula. Manantial.
- Carrau, M.J. (1993). Nuevas Oportunidades Didacticas. *BG Journal*, 1(8).
- Centro de Investigaciones Educativas, Universidad de Puerto Rico. (2006).
Integración de las Artes Visuales puertorriqueñas al currículo escolar.
- Centro de Investigaciones Educativas, Universidad de Puerto Rico. (2005).
Las Artes Visuales en la Sala de Clases.
- Children's Television Workshop. (1990). *The Rotten Truth*. Boston MA.
- Conferencia de las Naciones Unidas para el desarrollo y ambiente. (1992).
Declaración de Rio para el Ambiente y Desarrollo. Rio de Janeiro, Brasil.
- Constitución del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. (1952). L.P.R.A.VI, §19.
- Córdova, P. T. (1968). Memorias Geográficas, Históricas, Económicas y Estadísticas de la Isla de Puerto Rico, 2 (XVIII), 322-343.
Recuperado el día 1 de marzo de 2008 en <http://www.loc.gov>.
- Costa, M., Aguilera, A. (1997). El Jardín Botánico de la Universidad de Valencia. *Métodos de Información*, 4 (19).
- Declaración de Tbilisi. (1977). *Declaración de la Conferencia Intergubernamental de Tbilisi para la Educación Ambiental*. Tbilisi, Georgia.
- Departamento de Educación de Puerto Rico. (2003). *Integración de la*

*Educación Ambiental para kínder a sexto grado - Guía Curricular
para los Maestros de Puerto Rico.*

Departamento de Estado de Puerto Rico. (2007). *Corporación de Conservación
Etnoecológica*. Registro no. 51634

Dewey, J. (2008). *Experience and Education*. 2nd edition. *Paidós*.

Diver, S. (2006). *Aquaponics – Integration of Hydroponics with Aquaculture* .
ATTRA – National Sustainable Agriculture Information Service.

Recuperado el día 10 de marzo de 2008 en www.attra.ncat.org

Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico. (1999). *Guía de Siembra Árboles
mas Árboles*.

Food and Agricultural Organization of the United Nations. (1990). *Soilless
Culture for Horticultural Crop Production*.

Galbraith, J. (2003). *Connecting With Plants: lessons for life*. *The Curriculum
Journal*, 14 (2).

Galvez. (nf). *International Center for Aquaculture and Aquatic Environments*.
Auburn University.

García, A. S. (2005). *El Jardín Botánico Como Recurso Didáctico*.
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 2
(2), 209-217.

Guedes-Bruni, R., Sampaio, T. (2008). *Research on Biodiversity and
Conservation of the Atlantic Rainforest at Rio de Janeiro Botanical
Garden*. *BGJournal* , 5 (1). 20-24

Hague, A. (1999). *Botanic Gardens and the Public Understanding of science: a*

- Management Framework. *BG Journal*, 1 (18).
- Ham, S. (1997). Environmental Education as Strategic Communication- A Paradigm for the 21st Century. *Trends*, 34 (4), 4-6, 47.
- Heywood, V.H. (ed). (1989). The Botanic Gardens Conservation Strategy. IUCN Botanical Gardens Conservation Secretariat. Kew. Richmond, UK.
- Jones, V. (2002). Identity and Environment. *The Curriculum Journal*, 13 (3), 279-288.
- Leiva, A. (2006). The Conservation of Threatened Plants by Cuban Botanic Gardens: Achieving the Objectives of the International Agenda as a Contribution towards the GSPC. *Botanic Gardens Conservation News* 3 (1).
- Ley Número 81 del 30 de agosto 1991, conocida como Ley de Municipios Autónomos. 81 L.P.R.A.
- Ley Número 138 del 2004, conocida como enmienda a la Ley Número 183 del 27 de diciembre de 2001. 138 L.P.R.A.
- Ley 183 del 2001, conocida como Ley de Servidumbre de Conservación de Puerto Rico. 183 L.P.R.A.
- Miller, B., Conway, W., Reading, R., Wemmer, C., Wildt, D., Kleiman, D., Monfort, S., Rabinowitz, A., Armsrong, B., Hutchins, M. (2004). Evaluating the Conservation Mission of Zoos, Aquariums, Botanical Gardens, and Natural history Museums. *Conservation Biology*, 18 (1).
- Molina, L. (2000). La Historia de los Jardines Botánicos. *Revista del*

Jardín Botánico-Bogotá.

- Montero, S.M., Singh, B.K., Taylor, R. (2006). Evaluación de Seis Estructuras de Producción Hidropónicas Diversificada en el Trópico Húmedo de Costa Rica. *Tierra Tropical*, 2 (1), 27-37.
- Muñoz, M., Izarra, J. (2001). Naturaleza, Jardín y Ciudad en el Unevo Mundo. *Teoría*, 10, 9-22.
- Nelson, R., Pade, J. (2003). *Introduction to Aquaponics, video*. Nelson and Pade Multimedia.
- North American Association for Environmental Education. (1996). Materiales de Educación Ambiental: Pautas para la Excelencia.
- Palmer, J. (1998). *Environmental Education in the 21st Century*. Routledge. New York.
- Programa de Refuerzo Educativo Científico Ambiental para Maestros. (2007). *Lecciones Ambientales para maestros del Nivel Intermedio y Superior*. Universidad Metropolitana de Puerto Rico
- Proyecto FEST. (2005). *Libreto - En FEST encaminamos los pasos del científico para conservar el ambiente*. Universidad Metropolitana de Puerto Rico.
- Rakocy, J.E., Losordo T.M., Masser M.P. (1992). Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Integrating Fish and Plant Culture. *SRAC Publication 454*, 6.
- Riera, E. (2008). Entrevista en Acción Social de Puerto Rico, Inc.
- Riera, E. (2003). Proyecto hidropónico. Acción Social de Puerto Rico, Inc.

- Ríos, C., Rodríguez, C., Franco, F. (2005). Contribución de los Jardines Botánicos a la Restauración Ecológica. ISBN 959- 250- 156- 4.
Recuperado el día 5 de abril de 2008 en ww.dama.gov.co
- Sherburn, Servicio de Extensión Agrícola, Departamento de Recursos Naturales. (1998). *Encuentro en el Bosque Guilarte: Veredas Recreativas*.
- Sherburn M., Devlin, A. (2004). Academic Major, Environmental Concern, and Arboretum Use. *The Journal of Environmental Education*, 35 (2), 23-36.
- Tilbury, D. (1998). Education for Sustainability: Some Questions for Reflection. *BG Journal*, 17.
- Thomson, G. (2005). Jan Baptista van Helmont. Encyclopedia of World Biography: Thomson Corporation. Recuperado el día 19 de mayo de 2008 en <http://www.bookrags.com/biography/jan-baptista-van-helmont/>
- Viera, J.A. (1977). La Crisis Mundial de Alimentos y el Tercer Mundo. *Nueva Sociedad*, 29, 30-36.
- Westbrook, R. (1993). John Dewey. *The Quarterly Review of Comparative Education*, XXIII (1/2), 277-291.
- Wilson J. (1994). *Educación Ambiental en los Jardines Botánicos*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina.
- Willison, J., Greene, J. (1994). Environmental Education in Botanic Gardens: guidelines for developing individual strategies. *Botanic Gardens Conservation News*.

Willison, J. (2006). *Education for Sustainable Development: Guidelines for Action in Botanic Gardens*. Botanic Gardens Conservation International, UK

Wyse, P. (1999). Experimentation on a Large Scale- An Analysis of the Holding and Resources of Botanic Gardens. *Botanic Gardens Conservation News*, 3 (3).

Wyse, P.S., Sutherland, L.A. (2000). International Agenda for Botanic Gardens in Conservation. *Botanic Gardens Conservation International*. U.K.