

Reingeniería ecológica de un departamento sustentable, estético y funcional.

Centro Universitario México A.C.

Autores:

Hernández Peña Román

Peralta Súchil Ana Elena

Solera Licono Hugo

Asesor: Norma Rocío Mireles López.

Clave del proyecto: CIN2012A10184

Área: Ciencias Biológicas Químicas y de la Salud.

Tipo de Investigación: Experimental.

Disciplina: Medio Ambiente.



RESUMEN

Por sustentabilidad entendemos a la cualidad de poderse mantener por sí mismo, sin ayuda exterior y sin agotar los recursos disponibles. En este trabajo, veremos si es posible tener una sustentabilidad en cuanto al oxígeno que consumimos y aprovechar los espacios en cualquier departamento con plantas. Llegar incluso a formar una micro-empresa, lo cual entendemos como cualquier empresa con menos de 10 trabajadores, todo esto con un huerto de ventana, que es una pequeña estructura destinada al cultivo de verduras y legumbres.

En este proyecto proponemos construir paredes verdes en los departamentos para aportar con el oxígeno necesario y eliminar un porcentaje del dióxido de carbono que producimos, también tener una pequeña huerta en una ventana plegable o bien en la pared de la cocina, y si es posible tener un huerto de hidroamar para sustentar una microempresa verde.

Todo esto con el fin de poder implementar en cualquier departamento, sin importar si es viejo o nuevo, algo que entre más personas lo tengan más ayudará a favorecer el ambiente del planeta para que todos pongamos un poco de nuestra parte para ser autosustentables en producción de alimento. Además de que se busca un proyecto que sea estético así como que llegue a ser funcional en cuanto a la producción de oxígeno y de alimentos, así como; un requerimiento mínimo de energía, tiempo y recursos para facilitar el acceso al público en general.

ABSTRACT

Sustainability means the quality of being able to sustain itself without outside help and without exhausting resources. In this essay, we will see if it is possible to have a sustainability regarding the oxygen we consume and exploit the spaces in any department with plants. Establish a micro-enterprise, which implies any business with fewer than 10 employees, implementing a vegetable patch where it will be grown legumes, and vegetables. In this project we propose to build green walls in the departments to provide the necessary oxygen and remove a percentage of the carbon dioxide we produce, we also have a small garden in a foldable window or on the wall of the kitchen, and if possible have a vegetable patch in the terrace to create a micro-green company. All this in order to



implement in any department, whether old or new, something that people could use to increase the quality of the air around the planet as well as to become sustainable in the production of food. Also we search a project that requires the minimum amount of energy, time and resources besides of an esthetic approach and a functional production of oxygen and food.

Palabras Clave

Sustentabilidad, micro-empresa, huerto, paredes verdes, oxígeno, departamento, plantas, hiervas de olor, verduras.

Keywords

Sustainability, micro-enterprise, vegetable patch, green walls, oxygen, department, plant, smelling herbs, vegetables.

INTRODUCCIÓN.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad la tala de árboles, contaminación, entre otros han producido problemas ambientales, razón por la cual nuestro proyecto busca disminuir el problema, por medio de un departamento autosustentable en oxígeno para una persona, con plantas terrestres y acuáticas colocadas en lugares estratégicos de un hogar, que produzca oxígeno y vapor de agua.

Por medio de plantas seleccionadas por su alto nivel fotosintético, de tipo CAM, CAM 4 y acuosas, las cuales producen más oxígeno se buscara obtener resultados relevantes que demuestren y comprueben nuestro proyecto.

La erosión de la tierra es una pieza fundamental en los tipos de cultivo de nuestros días, ya que; después de cierto número de veces de cultivos, la tierra se erosiona y queda totalmente inservible. Por estos motivos se buscará tener, si no es que; un departamento completamente autosustentable, tener un conjunto de recursos alimenticios de uso diario, tales como; yerbas de olor y algunas verduras pequeñas; como lechugas o pequeños jitomates. Con este tipo de recursos se tratará de evitar el



consumo de estos medios y así evitar las plantaciones a gran escala y con ello evitar la erosión de hectáreas.

HIPÓTESIS

- Si se integra la ecología con la ingeniería y la arquitectura, entonces; se podrá tener un desarrollo sustentable y benéfico para la sociedad sin perder el factor estético.
- Si el sistema de hidroponía de lecho hidroamar tiene una pendiente de 0.5 cm, entonces; se minimiza la energía que requiere la bomba (caballaje).
- Si se obtienen bajos costos, entonces; el proyecto será accesible al público en general.

OBJETIVOS

- Rediseñar un departamento para que produzca el oxígeno que se requiere para una persona.
- Determinar el número de plantas necesario para la producción del 20% del oxígeno en un departamento.
 - Analizar y desarrollar soluciones sobre la problemática ambiental.
 - Determinar el flujo y gasto mínimo que requiere el sistema de hidroamar

FUNDAMENTO TEÓRICO.

OXIGENACIÓN-FOTOSÍNTESIS

Los estudios de las plantas verdes, algas y algunas bacterias han demostrado que en ellas existe un pigmento que reacciona químicamente a los estímulos de los fotones de luz, pudiendo así, iniciarse la primera fase de la fotosíntesis, a este pigmento se le ha dado el nombre de clorofila

La base biofísica de la captación energética por parte de las plantas, consiste en que la luz es capaz de interactuar con la materia siendo así las clorofilas del tipo a y b los pigmentos más importantes de esta captación. La intensidad de la fotosíntesis se puede medir mediante la producción de oxígeno: cuanto más oxígeno se produce, más intensa es la fotosíntesis. Según el mecanismo de fijación de



CO₂ en las plantas, se establecen tres modelos fotosintéticos, el de las plantas C₃, el de las C₄ y el de las CAM.

Nosotros proponemos utilizar plantas C₄ y CAM para nuestro proyecto entendiendo que las plantas C₄ son aquellas que consiguen realizar la fotosíntesis con bajos niveles de CO₂ y cuya captación del mismo se da en las células del mesófilo de la planta en consecuencia de la catálisis de la enzima fosfoenolpiruvato carboxilasa, ejemplos de este tipo de planta serían la caña de azúcar, el maíz, el amaranto y el sorgo, entre otras y que tienen mayor eficiencia fotosintética en condiciones de humedad o sequía moderada y elevada temperatura. Mientras que las plantas CAM se caracterizan por fijar el CO₂ por la noche y permanecer durante el día con los estomas cerrados para evitar la pérdida de agua por medio de la transpiración; la mayoría de los vegetales durante la fotosíntesis necesitan abrir los estomas para absorber el dióxido y expulsar el oxígeno siendo las más típicas las crasuláceas, agaváceas, bromeliáceas y las cactáceas muchas orquídeas también se ajustan a este metabolismo fotosintético.

Para medir la fotosíntesis por este método se emplea la siguiente fórmula:

$$F = \frac{I \cdot N \cdot PM \cdot CO_2}{A \cdot H}$$

A. H.

Dónde:

A: es el área foliar de la planta; H. tiempo en horas, T, es la diferencia entre las titulaciones de los dos circuitos (Blanco y con planta); N la normalidad de la solución y PM el peso molecular del CO₂.

Este es sólo uno de los métodos que se pueden utilizar en la medición de la fotosíntesis, tomando en cuenta que todos se basan en el intercambio gaseoso (CO₂ – O₂) que ocurre durante el proceso.

La determinación del área foliar de las plantas está relacionado con su crecimiento y desarrollo ya que en las hojas se sintetizan los carbohidratos que han de repartirse entre los órganos.

Un cuestionamiento, bastante común es: si el tener plantas dentro del hogar o habitación es perjudicial para los seres humanos dado el proceso de la fotosíntesis de las plantas cuando la planta



no recibe luz solar, consume oxígeno y solo emite dióxido de carbono, pero el balance global entre consumo y producción de oxígeno es positivo.

La presencia de plantas incrementa el nivel de oxigenación del ambiente interior, su actividad nos favorece, esto lo respalda la NASA en un experimento realizado en 1995, en donde un científico permaneció durante quince días en una habitación de 9 metros cuadrados, estaba herméticamente cerrada, junto con tres mil espigas de trigo que le proporcionaron el oxígeno necesario para vivir.

- **Tipo de Plantas**

Como objeto de nuestro proyecto, es el incrementar el porcentaje de el oxígeno en un espacio como un departamento, por lo cuál nos basamos en la investigación de la NASA en 1989 en donde, varios científicos acordaron hacer una lista de las plantas que pueden oxigenar más un espacio, y éstas son las plantas que procuraremos utilizar en nuestro trabajo.

Estas plantas, son que limpian el aire; filtran los gases tóxicos y producen oxígeno y por lo tanto ayudan a hacer más "habitables" esos sitios. Son capaces de vivir en sitios donde no llega mucha luz y el aire no es tan limpio, por la cantidad de CO₂ que emiten las personas que lo habitan. Además pensando en la comodidad de nuestro proyecto para las demás personas y teniendo en cuenta como objetivo que nuestro proyecto logre alcanzar conciencia social, también fijamos que plantas eran las más fáciles para cuidar.

El estudio para hacer la lista, se basa en la interacción del hombre con el entorno en que habita: miden la cantidad de oxígeno que emiten las plantas versus el dióxido de carbono que botamos nosotros y los diferentes químicos que podrían haber en el ambiente: benceno, un solvente muy común en los hogares; tricloroetileno (TCE) y formaldehídos.

Lista de Plantas.

1. **Palma de bambú** (*Chamaedorea seifrizzi*): debe ponerse a la sombra o semi sombra, soporta bajas temperaturas y requiere humedad ambiental para que no se le sequen las puntas. Si está en ambiente seco, hay que vigilar las plagas de araña roja que la atacan.



2. **Ficus o Laurel de la India** (*Ficus benjamina*): necesita mucha luz, pero nunca exponerlo directo al sol, no necesita humedad ambiental, sólo rociar sus hojas con agua cuando lo riegues. La temperatura ideal es tenerlo mínimo a 13°C en invierno y en verano, máximo a 24°C. Se riega una vez cada ocho días en invierno y sólo dos veces por semana en verano.
3. **Yerbera** (*Gerbera jamesonii*): es indiferente a la cantidad de luz que le llegue, claro que mientras más exposición, más flores. Desde estar en un ambiente con mucha humedad, entre 75 y 90% y soporta máximo 25°C.
4. **Hiedra** (*Herdera helix*): es una planta trepadora que crece rápido, por eso hay que tener cuidado y evitar que aumente mucho su tamaño porque empezará a invadir toda la habitación. No hay que regarlas en exceso y necesitan un ambiente con temperatura entre 12°C y 20°C.
5. **Crisantemo** o Pomas o Margaritas de floristería (*Chrysanthemum morifolium*): debe estar en un lugar claro y muy ventilado, no resiste mucho las estaciones calurosas por eso debes tener cuidado con el calor o luz en exceso. Siempre debe estar húmeda, porque las flores se marchitan de inmediato cuando les falta agua.
6. **Lengua de Suegra** (*Sansevieria trifasciata*): debe evitar el riego en exceso, deben estar con luz buena, pero no directa y tampoco a la sombra. La temperatura no puede bajar de los 10°C y viven en ambiente seco.
7. **Espatifilo** o Calilla o Anturio Blanco o Cala Blanca (*Spathiphyllum sp.*): florecen en verano, necesita riego frecuente y rociado de las hojas. Son de mucha luz, pero sin que lleguen directamente los rayos del sol.
8. **Dracaena Janet Craig** (*Dracaena deremensis*): se riega cada 15 días, en el período de crecimiento. No aguanta el exceso de sequedad ni el exceso de agua. Debe estar a semi sombra y la temperatura ambiente no debe bajar de los 10°C.
9. **Dracaena Warneckii** (*Dracaena deremensis*): es de clima cálido, la temperatura debe estar siempre entre los 15°C y los 26°C. Necesita un ambiente húmedo constante, pero sin estancamiento de agua. Durante el invierno se riega sólo para no secar la tierra.
10. **Dracaena Marginata** (*Dracaena marginata*): no debe estar expuesta al sol directo, necesita humedad elevada y hay que cambiarla de maceta cada dos años.



- **Jardines Verticales.**

El jardín vertical consiste en tapizar muros y tejados con plantas que crecen sin ningún tipo de suelo, como hacen las epifitas, que usan de soporte a otras especies en lugar de enraizar al suelo. Los jardines verticales surgen como un nuevo concepto que reverdece paredes y azoteas, maximizando el uso del bien más escaso en la ciudad: el espacio.

Una de las características más destacables de los jardines verticales es la ligereza de su peso, así como su óptima instalación en el exterior de edificios, incluso sometiéndose a diferentes climas.

La construcción de jardines verticales ofrece múltiples beneficios medioambientales a las ciudades. Sirven de filtros de aire y reguladores térmicos, reduciendo la temperatura exterior y la contaminación acústica.

Iniciamos nuestra exploración sobre aplicaciones de la jardinería en la arquitectura mostrando cómo los jardines verticales pueden ser una solución eco eficaz en línea con lo que propugnan McDonough y Braungart con su Cradle to Cradle.

En el jardín vertical, o *muro verde* es una manera de cultivar plantas sin necesidad de suelo o sustrato horizontal, observando la habilidad de las raíces de crecer a lo largo de una superficie vertical, el botánico francés Patrick Blanc patentó su invento en 1988 denominándolo *mur végétal*.

Esta aplicación se basa en que las plantas no necesitan tierra, ya que la tierra no es más que un medio. Sólo el agua y los múltiples nutrientes disueltos en ella, junto con la luz y el dióxido de carbono, son esenciales para las plantas.

Las observaciones que se han realizado en ciudades con jardines verticales son las siguientes:

- a)** Por cada m² genera el oxígeno requerido por una persona.
- b)** Atrapa 130 gramos de polvo por año.
- c)** Mejora el rendimiento y reduce malestares de las personas que tienen vegetación en su lugar de trabajo.
- d)** Mejora la calidad del aire.
- e)** Aumenta la cantidad de vapor de agua.
- f)** Reducen hasta 5 grados la temperatura interior de un edificio en verano así como la mantienen en invierno.
- g)** Absorbe el ruido urbano.
- h)** Reduce el efecto de "isla de calor" en las grandes ciudades.
- i)** Mejora el rendimiento y reduce malestares de las personas que tienen



vegetación en su lugar de trabajo. **j)** El aislante vegetal reduce hasta 10 decibelios la contaminación sonora.

No consumen gran cantidad de agua puesto que es un circuito cerrado, aunque; si hay pérdida por evaporación. Tampoco atraen ni permiten la proliferación de insectos como mosquitos por estar en una circulación constante.

También es capaz de purificar el aire ya que las hojas filtran el aire de gases tóxicos y CO₂, esto se debe a que las partículas contaminantes se depositan sobre el vellón húmedo y los microorganismos los descomponen y mineralizan antes de que sean absorbidos por las raíces como fertilizante. En el interior limpian el aire de la nicotina, formaldehído y todo tipo de contaminación causada por las impresoras, ordenadores o plásticos.

La unión de CO₂ y generación de oxígeno evita; la unión de metales pesados y otras partículas contaminantes facilitando su biodegradación y la filtración de gases nocivos.

- **Sistema Hidropónico Hidroamar.(Huerto)**

La palabra Hidroponía se deriva del griego Hydro (agua) y Ponos (labor, trabajo) lo cual significa literalmente trabajo en agua. Esta definición se usa en la actualidad para describir todas las formas de cultivos sin suelo. Muchos de los métodos Hidropónicos actuales emplean algún tipo de medio de cultivo o sustrato, tales como: cascarilla de arroz cruda y quemada, grava, arenas, piedra pómez, serrines, arcillas expandidas, carbones, turba, cáscara de coco, lana de roca, espumas sintéticas etc. a los cuales se les añade una Solución Nutritiva que contiene todos los elementos esenciales necesarios para el normal crecimiento y desarrollo de las plantas. La mayoría de estos sistemas se llegan a poner en azoteas por personas buscando mejores alimentos o en las compañías grandes para llegar a poner plantas que sirven para la alimentación con mejores características que las sembradas en suelo "normal".



PROCEDIMIENTO

1. Hacer un análisis biográfico de jardines verticales y tipos de planta que limpian el ambiente.
2. Hacer un plano de un departamento ya construido que tenga las siguientes características: a). Bien iluminado b). Con suficientes ventanas c). De preferencia en planta baja.
3. Diseñar un sistema a escala de tipo hidroponía con hidroamar, el cual se utilizara para el huerto externo. Diseñar de manera viable el sistema de huertos en las ventanas y en el techo plegable así como el sistema de riego.
4. Calcular el gasto y la velocidad por el tubo del sistema hidroamar suponiendo una altura de 20% de diámetro con una pendiente de 05cm. Cálculos 1
5. Calcular el área viva y el radio hidráulico que requiere el sistema hidroamar. Cálculos 1.
6. Calcular la cantidad de oxígeno teórico que se produce en el departamento.
7. Diseñar las paredes verdes a escala en base a la propuesta bibliográfica.
8. Determinar el área foliar de las plantas, analizar la producción de H_2O y O_2 con las plantas: a) Marginata b) Lengua de Suegra c) Cuna de Moisés.
9. Diseñar el sistema de riego a escala total del departamento sin olvidar la parte estética y funcional.
10. Calcular la caída de presión para poder determinar el caballaje total de la bomba así como el tipo de "timer" que se utilizara para el máximo riego con la menor cantidad de voltaje.
11. Construir un modelo a escala del proyecto terminado, al igual que todos los demás sistemas.
12. Construir a escala el huerto vertical.



RESULTADOS

Se determinó del área folial de la Marginata (acidulada, Fig. 1) y la Cuna de Moises (lanceolada, Fig 3) y Lengua de Suegra (lineal, Fig. 2) se encontró una relación directamente proporcional entre la nervadura principal y el área. (Tabla. 1, 2 y 3)

Se aproximaron los cálculos del área folial de 3 tipos de plantas como son: la Marginata, Cuna de Nilo y Lengua de Suegra en las cuáles se determinó por medio de la longitud de las hojas la ecuación que describe el área de cada planta.

Planta	Ecuación	Total (cm ²)
Marginata	$y = 1.4336e^{0.1194x}$ $R^2 = 0.9994$	32.338359
Cuna de Nilo	$y = 4.3411e^{0.1209x}$ $R^2 = 0.9707$	16.4917159
Lengua de Suegra	$y = -0.2305x^2 + 12.294x - 104.3$ $R^2 = 1$	63.74506266

Se determinó el gasto y la velocidad mínima que debe de tener un sistema de tres pulgadas de diámetro y una radio hidráulico del 15%. Empleando la fórmula de Chezy (ecuación 1) y determinando el coeficiente de Bazin (ecuación 2)

Altura del líquido 15% Diámetro= 3 in.= 7.5 cm.

Pendiente=.005

$\mu = C\sqrt{rHm}.....$

ecuación (1)

Caudal= Au

Aplicando el coeficiente de Bazin para canales y tubos extraordinariamente lisos

$\gamma = 0.06$ Canales y tubos lisos.



Empleando los valores de área y sección viva para una del 15%

$$r_H = 0.1206d$$

$$A_v = 0.1118d^2$$

$$C = \frac{87}{1 + \frac{r}{\sqrt{rH}}}$$

Ecuación (2)

Diámetro Hidráulico = 0.20d.

$$r_H = 0.9045cm$$

$$A_v = 6.63cm$$

Aplicando la ecuación 2

$$C = \frac{87}{1 + \frac{0.06}{\sqrt{0.9045}}}$$

$$C = 81.837$$

Aplicando la ecuación (1)

$$\mu = 81.837 \sqrt{(0.9045)(0.005)}$$

$$\mu = 5.50cm/seg$$

$$Ca = A\mu$$

$$Ca = A_v(\mu)$$

$$5.50cm/s(6.63cm^2)$$

$$Ca = 36.463cm^3/s$$

$$36.463cm^3/s \left(\frac{3600}{hr}\right) \left(\frac{l}{1000cm^3}\right) = 131.2l/h$$

Se construyó a escala el sistema de hidroamar (con dimensiones de 1.60x1.70m), que es un sistema de hidroponía, que significa; tener las plantas en agua con nutrientes a un flujo constante, con las dimensiones de 2.5m de alto y 7.6m de largo, empleando tubo PVC de 3" (7.5cm) con codo corto de 90° radio medio, 4 exteriores de 20cm sin válvulas. (Fig. 4 y Fig. 5)



Se obtiene una longitud total de 38.3 metros. La distancia entre cada uno de los orificios es de 20cm pudiendo producir 190 orificios. El riego sería empleando una entrada con un vertedero de flujo constante 131.2l/h.

Se sembraron plantas de lechuga las cuales tardaron un promedio de las cuales primero se sembraron en amarsigado de tierra y después trasplantaron al sistema de hidroamar (Fig. 6).

Se construyó la pared verde a escala (con dimensiones de 1x1.20m) la cual se propone para la producción de oxígeno dentro del departamento utilizando plantas como: yerbera, lengua de suegra, cala blanca, Marginata, etc.

Se construyó huerto vertical a escala (con dimensiones 1.40x.85m), donde estarán las yerbas de olor así como verduras que podamos sembrar en un lugar limitado como el de una pequeña terraza o azotea.

El huerto vertical tendrá el mismo diseño que el jardín vertical y serán regados empleando vertederos rectangulares con flujo de 131.2l/h. Una vez al día por la tarde. Ver (fig. 7 y 8)

Se determinó la cantidad de oxígeno que requiere una persona por minuto paredes m² Oxígeno de una persona.

$$\left(\frac{25 \text{ l aire}}{\text{min}}\right)(0.2099\%) = \frac{0.5247 \text{ l oxígeno}}{\text{min}}$$

$$(0.5247 \text{ l})\left(\frac{1 \text{ mol}}{22.4 \text{ l}}\right) = 0.023 \text{ mol.}$$

0.032 mol = 0.749g Oxígeno. 1 mol= 22.4 l producen:

$$1 \text{ m}^2 = 0.742 \text{ g Oxígeno.}$$

$$\text{Depto. Muestra} = 42.42 \text{ g Oxígeno} / \text{min}$$



Se utilizó una solución nutritiva estándar con las siguientes características:

Elemento	Rango Común (ppm = mg/l)
Nitrógeno	100-250
Fósforo	30-50
Potasio	100-300
Calcio	80-140
Magnesio	30-70
Azufre	50-120
Hierro	1.0-3.0
Cobre	0.08-0.2
Manganeso	0.5-1.0
Zinc	0.3-0.6
Molibdeno	0.04-0.08
Boro	0.2-0.5
Cloruro	<75
Sodio	<50

Diluyendo 20 gramos por cada 8 litros.



CONCLUSIONES

Se observa que las características que debe de tener un departamento que se desea modificar para hacerlo ecológico únicamente debe de tener las características de: bien iluminado, paredes amplias y ventanas grandes. No se requiere de un sistema hidráulico muy complejo ya que todas las canaletas se emplean un desnivel de .5cm a 2cm y la solución nutritiva correrá por vertederos rectangulares y circulares. El sistema de hidroponía no requiere de un flujo alto de agua lo único que se requiere es de una bomba sumergible que no levante más de 2.5 metros con flujo variante. Que en el mercado no alcanza un precio mayor de \$500. El sistema a escala de los tres procesos no genere un gasto mayor de \$1500.

Desde el punto de vista energético, el gasto de corriente eléctrica sería mínimo y es equivalente a un acuario. Desde el punto de vista económico no se requiere una gran inversión ni modificar la estructura de un departamento ya que el sistema es tan flexible que se adaptaría a las propiedades de este. La obtención de oxígeno y cantidad de vapor de agua al igual que la posibilidad de tener verduras y legumbres frescas que nunca fueron regadas con aguas tratadas hace viable a este proyecto.

En este momento se continúan haciéndolos cálculos de los vertederos de riego de los sistemas de pared verde y los huertos de las ventanas, además de los cálculos del contenedor de la solución nutritiva. Se está terminando la maqueta a escala donde se muestran los sistemas, además del plano en AutoCAD.



BIBLIOGRAFÍA

- Marfá i Pagés O. 2000. LA RECIRCULACIÓN EN LOS CULTIVOS SIN SUELO ELEMENTOS BÁSICOS. ISBN 84-87729-32-0, págs. 21-28
- Kolmans E. y Vásquez D. 1999. AGRICULTURA ECOLÓGICA. Grupo de Agricultura Orgánica de ACTAF. La Habana, Cuba. PDF.
www.tuinventas.com/attachments/article/2188/.14592pdf (30-11-12,16:14hrs).
- Valiente Barderas, Antonio. PROBLEMAS DE FLUJO DE FLUIDOS. Limusa S.A de C.V Primera Reimpresión 1994 México.
- Drago, Mike. 1995. BRITISH CHEMIST EMERGES FROM AIRTIGHT CHAMBER. Biología. (Noviembre/10/2012, 16:03 hrs)
<http://www.apnewsarchive.com/1995/British-Chemist-Emerges-From-Airtight-Chamber/id-8d70e7ac3851e629613be5b3076bdc03>
- Valdivia Urdiales B.A, Granillo Velázquez M.S. BIOLOGÍA GENERAL, LOS SISTEMAS VIVIENTES. Editorial Patria. Primera reimpresión 2012, México.
- Barajas Esperanza, BIOS VIDA, PRIMER CURSO DE BIOLOGÍA PARA EL CICLO SUPERIOR DE EDUCACIÓN MEDIA, Herrero S.A. Tercera reimpresión 1984, México.
- Byers, Audesirk, BIOLOGÍA CIENCIA Y NATURALEZA, Pearson Education, Segunda Edición 2008, México.



APÉNDICE.



Fig.1 Marginata



Fig. 2. lengua de suegra





Fig.3.cuna de moises



Figura 4 Sistema de hidroamar cultivo de lechuga en algunos de sus tubos.



Fig. 5 Sistema de hidroamar en construcción



Fig. 6 Siembra de cultivo "A" de lechuga.



Fig. 7 Construcción y adaptación de jardín vertical con hidroamar.





Fig. 8 Vista final del huerto vertical.

Tabla.1 Área foliar de la marginata

Marginata	
18.8	13.6
12	5.9
8.5	4

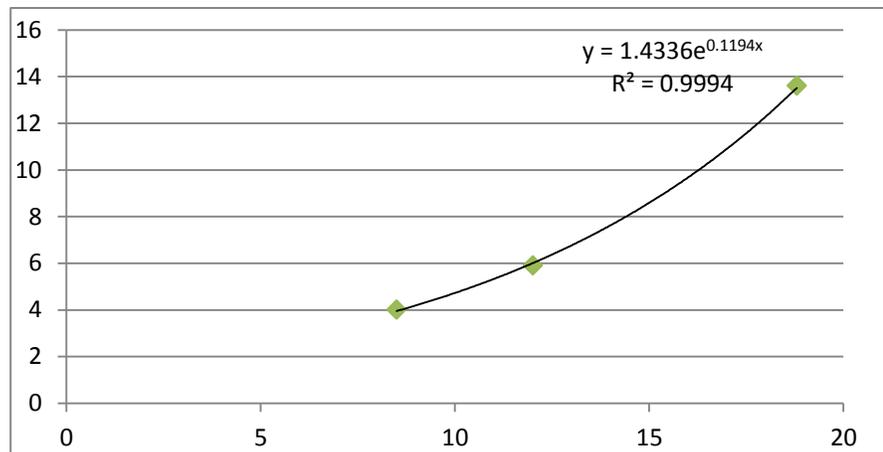


Tabla.2 Área foliar de la Cuba de moises

cuna	
17	38.7
13.24	18
2.3	6

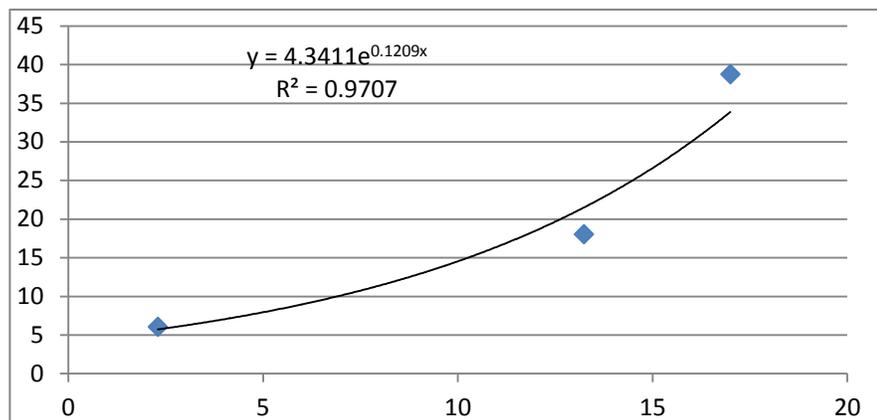
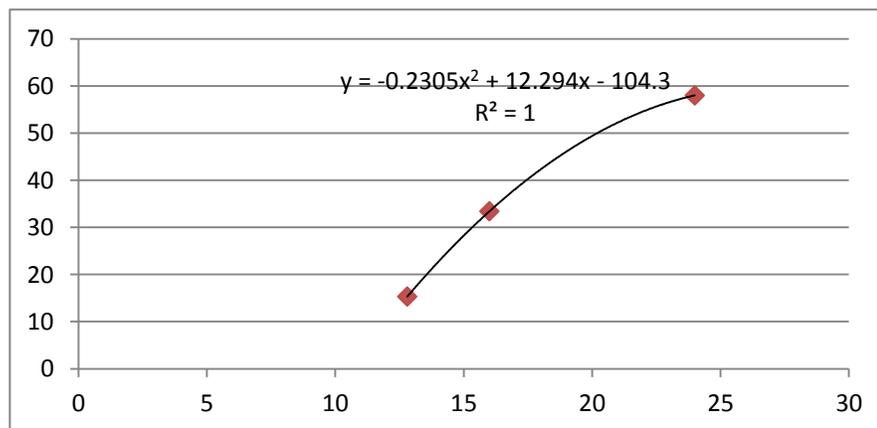


Tabla.3 Área foliar de la Lengua de suegra

Lengua de suegra	
24	58
16	33.4
12.8	15.3





Especie	Longitud	Area Foleal	Relacion entre L y A
Cuna de Nilo	17cm	38.7cm ²	2.27cm ²
	10.34cm	18cm ²	1.74cm ²
	5.3cm	6cm ²	1.13cm ²
Marginata	18.8cm	13.6cm ²	.723cm ²
	12cm	5.9cm ²	.49cm ²
	8.5cm	4cm ²	
Lengua de Suegra	24cm	58cm ²	2.41cm ²
	16cm	33.4cm ²	
	12.8cm	15.3cm ²	



Tabla 4 cálculos generales de las tablas foliares
lengua de suegra

	longitud	numhojas	ecuacion
1	25	1	347.1125
2	24	3	970.572
3	22	2	555.46
4	21	1	255.5245
5	20	2	467.56
6	19	3	637.4895
7	18	3	575.022
8	16	1	151.412
9	13	1	94.4765
10	8	1	8.804
		sumatotal	4063.433
		Raíz	63.7450626

Cuna de Nilo

	Longitud	num hojas	ecuacion
1	16	1	30.0399383
2	14	1	23.5877562
3	12	2	37.0428353
4	11	1	16.4122461
5	10	2	29.0865234





6	7	2	20.2382616
7	6	2	17.9335804
8	5	3	23.8370254
9	4	2	14.0816841
10	3	2	12.4780981
11	2	5	27.6428107
12	1	4	19.5959347
		Suma total	271.976694
		Raíz	16.4917159

Marginata

	Longitud	num hojas	ecuacion
1	25	4	113.463718
2	24	1	25.1734222
3	23	2	44.6804454
4	22	3	59.4776762
5	21	6	105.567254
6	20	11	171.757575
7	19	11	152.426732
8	18	10	122.974111
9	17	12	130.960456
10	16	4	38.7404055
11	14	4	30.5108734
12	12	2	12.0147606





13	11	2	10.6625323
14	10	2	9.46249361
15	8	1	3.72619931
16	7	2	6.61365164
17	6	1	2.93465167
18	4	2	4.6225012
		Suma Total	1045.76946
		Raíz	32.338359



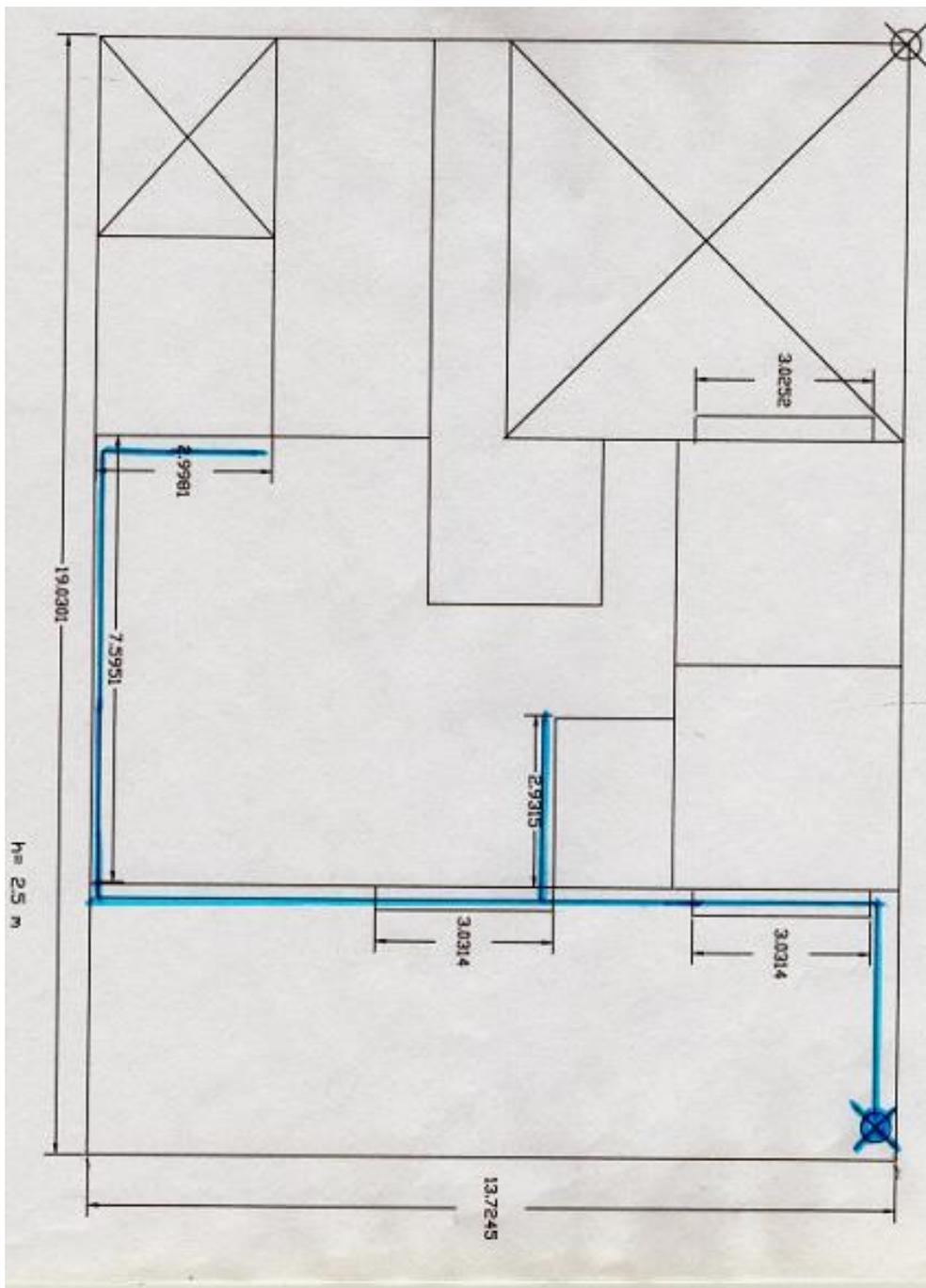


Fig.9. sistema hidráulico escala 1:100

Fig.10. posición de las paredes verdes y el sistema de hidroamar 1:100

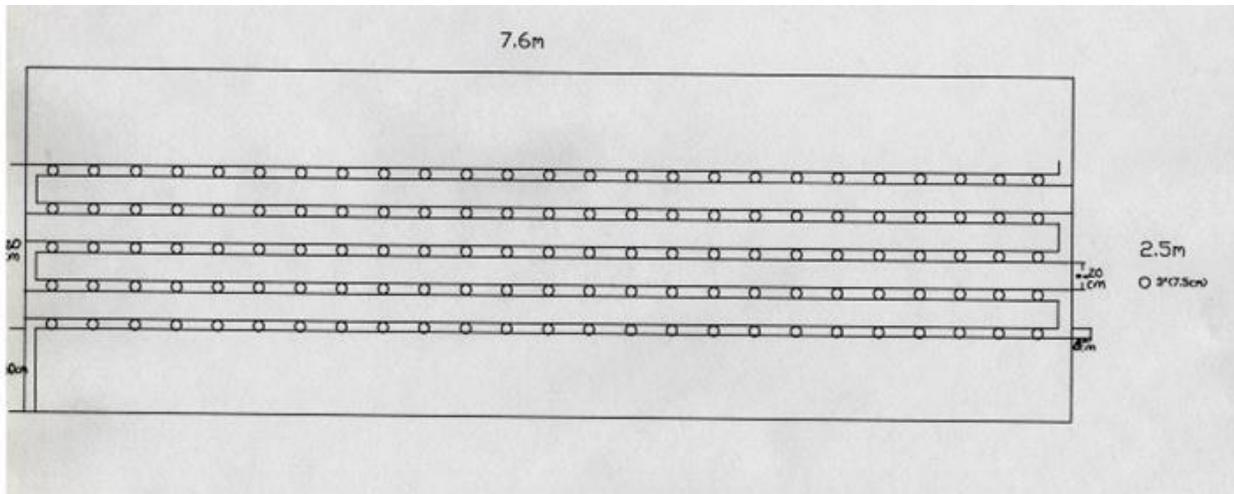


Fig. 11. Sistema de hidroamar escala 1:100

