

UTILIZACIÓN DE UN NO TEJIDO NATURAL EN MEZCLA DE CABUYA BLANCA Y ALGODÓN RECICLADO COMO ALTERNATIVA DE SUSTRATO EN LA ESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS HIDROPÓNICOS DE JARDINES VERTICALES”

Esther P. CANO

(ades.hibrid.girl.tg@gmail.com)

Resumen — Para la elaboración de un sustrato base que reemplace al geo textil, indispensable en todo jardín vertical, se utilizan fibras naturales de cabuya blanca y algodón reciclado. El proceso va desde la compra y preparación de la materia prima, la elaboración de los bolsillos no tejidos de manera manual, adecuación del sustrato natural y por último, la ubicación de las especies ornamentales en los modelos experimentales de jardines verticales. Con el fin de obtener resultados y demostrar la eficacia del no tejido, se observaron sus cambios físicos tanto en ambientes de interiores con entrada de luz indirecta, y en exteriores de viviendas expuesto a los cambios climáticos; teniendo en cuenta en ambos modelos parámetros de cuidados similares, el éxito de la investigación viene acompañado por el comportamiento de las plantas dentro del sustrato, su supervivencia define la aptitud del no tejido natural en jardinería vertical además de las atenciones que requieren los elementos vegetales.

Términos para la indexación — sustrato alternativo natural, jardín vertical artesanal.

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación logra un no-tejido, constituido de fibras naturales de cabuya y algodón, como una alternativa de sustrato base en los jardines verticales que emplean sistemas hidropónicos para su mantención. Debido al aumento poblacional cada vez más evidente dentro de las ciudades, y a la preocupación que esto genera por los daños al medio ambiente, la jardinería vertical se presenta como una nueva tendencia de cultivo sustentable llena de belleza. Si bien la moderna avalancha de concreto reduce considerablemente la belleza paisajística del entorno en las ciudades, los jardines verticales vienen a ser una agradable solución tanto para ornamentación de viviendas con espacios reducidos como para el embellecimiento de exteriores en edificios. Sin embargo, desde ya hace muchos siglos atrás, la ornamentación de fachadas ha sido una práctica usual por lo que no es algo desconocido; plantas colgadas desde balcones o ventanas, en macetas o cubriendo los muros como las trepadoras. Los más conocidos a nivel mundial son los jardines colgantes de Babilonia, los cuales influenciaron favorablemente en los actuales sistemas de jardinería vertical y techos verdes. Además de la estética que brindan, existen otros beneficios que podemos aprovechar a partir de su colocación; desde ambientes más frescos dentro de las habitaciones hasta una

reducción considerable de la polución por ruido, la cual es mucho más notoria dentro de la ciudad. El cuidado continuo que requieren los jardines, sobre todo en el plano vertical, redujo el entusiasmo de crear ciudades más verdes a inicios del siglo XX, aunque en nuestros días, la búsqueda de mejores condiciones de vida dentro del perímetro urbano ha vuelto su mirada a los jardines colgantes y al aprovechamiento de sus cualidades. En este punto de inflexión, la utilización de variantes más ecológicas en su estructura, es decir, el uso de fibras naturales como alternativa en lugar de fibras plásticas o sintéticas como el geo textil, permiten a estos proyectos verdes ser amigables con el ambiente al evitar materiales derivados del petróleo y que su elaboración es foco de contaminación. Además, marca el inicio en la investigación del aprovechamiento de fibras poco desarrolladas y su aplicación en diferentes áreas de estudio. Es por esto que al propiciar el uso de cabuya y algodón en los sustratos de jardines verticales, se marca una pauta en la indagación de nuevas técnicas y procesos que mejoren el comportamiento de éstas fibras, que debido a su naturaleza orgánica, se ven limitadas en cuanto a durabilidad; con ello, la apertura de nuevos campos de estudio de las fibras naturales permitirá perpetuarlas y aprovecharlas durante más tiempo.

II. GENERALIDADES

A. La Jardinería Vertical

La jardinería vertical es el cultivo o desarrollo de plantas en un plano esencialmente vertical [1]. Dentro de la concepción de jardinería vertical están incluidos tanto el tradicional ajardinamiento de fachadas mediante plantas trepadoras, como los muros verdes y los jardines verticales, tanto de interior como de exterior. Diversas aplicaciones innovadoras de estas técnicas han ido apareciendo con gran éxito en los últimos años (...) [1]. Hoy es más evidente la atención que presta la sociedad al cuidado del medio ambiente y a su sostenibilidad urbana. Es por ello, que la jardinería vertical representa una nueva corriente, en ocasiones cargada de glamour, que se presenta como una alternativa a los sistemas de ajardinamiento y construcción tradicionales, y que básicamente consiste en el diseño y construcción de superficies ajardinadas en un plano vertical [1].

TABLA I
CLASIFICACIÓN DE LOS JARDINES VERTICALES.

MUROS VERDES <i>(LIVING WALLS O GREEN WALLS)</i>	FACHADAS VERDES
Sis. Pasivos (Superficiales o Modulares)	<i>(AJARDINAMIENTO)</i>
Sis. Activos (Bio. Walls)	

B. Fibras Naturales

Cabuya.- De acuerdo a Checa y Jurado [2], la cabuya es una planta sumamente rústica, que se ha explotado en el Ecuador desde tiempos inmemoriales. Se cultiva ampliamente en los valles y en las estribaciones de la cordillera para la obtención de su fibra [3]. Actualmente en la Zona de Intag y Lita en la provincia de Imbabura, hay 1197,48 hectáreas sembradas de fique, que representan 2863.53 quintales de fibra al año [3]. Debido a que tienen la habilidad de crecer en laderas pobres gracias a su oportuno sistema radicular, convierten a la cabuya en el sistema idóneo de conservación de suelos.

La fibra de cabuya es ampliamente utilizada en el Ecuador, en su mayoría para la fabricación de productos textiles, haciendo las veces de jabón, leña; el jugo como fijador de colores; alimento para el ganado; los indios lo emplean para teñirse el pelo; para blanquear las casas; para hacer divisiones entre las piezas de las casas; la hoja cortada como canales de agua, se las usan en vez de tejas para cercas, divisiones de potreros; sacando fibra con la espina o púa, hacen de aguja e hilo. Las flores de la cabuya blanca sirven para elaborar las deliciosas *alcaparras*, mientras que de la cabuya negra se obtiene el *chaguarmishque o pulque*, que toman los indígenas. [2]

Algodón.- El algodón proviene del algodónero, planta del género *Gossypium*, perteneciente a la familia de las malváceas. La celulosa pura predomina en el algodón, y se presenta en forma de moléculas más o menos orientadas. De aquí proviene el nombre de materia celulosa que reciben el nombre de fibras vegetales. La unidad básica de la molécula de celulosa es la unidad de glucosa, que es la misma para las fibras naturales y regeneradas [4]. La unidad de glucosa está constituida por carbono, hidrógeno y oxígeno.

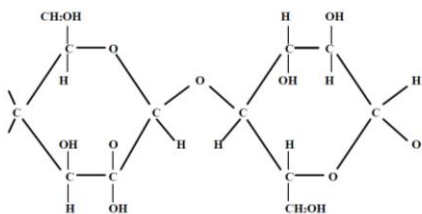


Fig. 1. Fórmula de la Celulosa

Para que las fibras de algodón sean procesables o reutilizables hay que tomar en cuenta lo siguiente:

Grado de limpieza del material.- La limpieza es valorada en función de la cantidad de cascarilla, tabaco, hojas o semillas que el algodón posea; ya sea con un sistema moderno de laboratorio o a simple vista considerando la cantidad de

superficie que las partículas de impurezas ocupaban sobre la muestra. Así por ejemplo: el material reciclado de las cardas es extremadamente sucio y no puede ser utilizado para hilar.

Los manuales poseen ductos de succión, el material que reciclan en su mayor parte es fibra muy corta, con polvo y algo de cascarilla. Haciendo imposible volver a utilizarla en hilatura [5].

Longitud promedio de la fibra.- El material reciclado puede ser aprovechado de acuerdo a la longitud de fibra. Así tenemos a las peñadoras que al separan las fibras de menor longitud, éstas (dado el caso) pueden reutilizarse en la elaboración de hilos cardados u OPEN END.

Cohesión del material.- En lo que se refiere al grado de cohesión, éste es muy importante al momento de elegir el material; pues el material reciclado puede poseer una cohesión y compactación inferior incluso al material comprimido en las pacas [5].

C. No-tejidos

El no-tejido es una estructura plana, flexible y porosa constituida de velo o manta de fibras o filamentos orientados direccionalmente o consolidados por proceso mecánico de fricción y/o también químico (adosado) y/o térmico (cohesión) y combinaciones de éstos [6]. Existen varias tecnologías para fabricar un no tejido. En forma práctica los no tejidos pueden ser básicamente clasificados según su proceso de fabricación, materias primas, características de las fibras y filamentos, proceso de consolidación, gramaje, y otros [6]. La identificación visual y táctil, apoyada por el proceso de formación de la manta, consolidación, transformación-acabado, puede ayudar a la identificación del no tejido. Las principales aplicaciones de los no tejidos son: geo textiles, agro-textiles, curativos y vendajes, pañales y absorbentes higiénicos, paños para limpieza de bebés, productos de limpieza doméstica, colchones médico hospitalario y quirúrgico, paños de limpieza industriales, calzados e indumentaria, filtros, impermeabilización, alfombras, bases de carpetas y más.

III. ELABORACIÓN DEL NO TEJIDO EN MEZCLA DE CABUYA Y ALGODÓN RECICLADO

A. Preparación del material

Inicialmente seleccionamos una paca de cabuya y procedemos a pesarla y abrirla. Para facilitar la remoción de impurezas y partes leñosas en cada mechón, remoja temporalmente en agua tibia todo el conjunto de fibras, para luego escurrir el exceso de agua. Para el cepillado sujetamos firmemente un extremo de las fibras a un barrote y con ayuda de un cepillo de acero procedemos a cepillar uno a uno los mechones de fibras; poco a poco éstas adquieren una apariencia más lisa y brillante.



Fig. 2. Preparación de las fibras de cabuya

B. Muestras No Tejidas

Pesaje del algodón reciclado: 8 muestras de 4g, 6g y 10g. Cada una de las muestras de algodón corresponde a un bolsillo de cabuya, por ello, se requieren pesar 8 muestras de 4 gramos (ejemplares con la cantidad mínima de CO), 8 muestras de 6 gramos y 8 muestras de 10 gramos cada una (ejemplares con la cantidad máxima de CO).

El siguiente paso es el de tensar mechones de fibra de aproximadamente 66g por los extremos, de tal forma que las fibras queden bien estiradas; paralelamente, las disgregamos hacia los laterales, evitando dejar secciones vacías, hasta adquirir una superficie de fibras rectangular. Con la ayuda de un metro y un marcador, delimitamos el área de consolidado, el cual supone 48cm de longitud y 12cm de ancho. La colocación de goma siliconada sobre la superficie de las fibras, nos permite mantener unidas en una misma posición a la cabuya y al algodón, sin riesgo a deformaciones. Para la aplicación de la silicona, empleamos una placa metálica sin filo. Una vez terminado, esperamos que seque y volteamos para repetir la operación; seguidamente sobreponemos las fibras de algodón para que se mantengan junto a la cabuya. Finalmente con un poco de presión doblamos a la mitad y a temperatura ambiente dejamos que seque y endurezca.



Fig. 3. Elaboración de las muestras no tejidas

C. Moldeado y costura de los bolsillos

Con el fin de evitar posteriores deformaciones y desprendimiento de fibras en los bordes de los bolsillos, se recomienda pespuntar cada una de las muestras no-tejidas; de esta manera se logra reforzar el área comprendida del bolsillo otorgándole una mejor estabilidad. Es recomendable que con anterioridad, se recorten los excesos de fibras para que se facilite su manipulación en la máquina recta. Para lograr la base de los bolsillos, utilizamos un tubo galvanizado caliente a 100°C aproximadamente; sujetando por los extremos cada muestra y ejerciendo una leve presión hacia el centro del tubo se logra deformar el no-tejido. Finalizado el procedimiento, queda señalado el doblez que permitirá formar la base del

bolsillo. El moldeado de la muestra no-tejida se efectúa con ayuda de vapor de agua, para ello emplearemos el que se genera en una mesa vaporizadora convencional. La temperatura promedio de la máquina es de 88°C y no representa ningún riesgo para el no-tejido natural. Mientras las muestras se encuentran suavizadas por el calor y la humedad, nos apresuramos a doblar sin dificultad la sección inferior del rectángulo no-tejido y de esta manera formar un pequeño bolsillo. Cuando éste haya seco completamente, cerramos los costados hilo o pabilo de algodón 100%. Para finalizar la elaboración de los bolsillos, cortamos los excesos de fibras tanto de la parte superior y de los costados.



Fig. 4. Moldeado y costura de bolsillos

A continuación se especifica la cantidad de fibra empleada en la elaboración de cada uno de los bolsillos.

TABLA 2
TABLA DESCRIPTIVA DE PESO POR BOLSILLO (JARDÍN 1)

Muestra	PI (Mecha)(g)	Cabuya Des. (g)	P (CO) (g)	P Bolsillo (g)	Gramaje (g/cm ²)
#1	69	23	10	56	0.194
#2	66	19	6	53	0.184
#3	66	21	6	51	0.177
#4	67	23	4	48	0.166
#5	66	24	4	46	0.160
#6	68	20	10	58	0.201
#7	67	17	10	60	0.208
#8	66	17	10	60	0.208
#9	67	20	6	53	0.184
#10	68	24	6	50	0.174
#11	68	25	4	47	0.163
#12	66	20	4	50	0.174

TABLA 3
TABLA DESCRIPTIVA DE PESO POR BOLSILLO (JARDÍN 2).

Muestra	PI (Mecha)(g)	Cabuya Des. (g)	P (CO) (g)	P Bolsillo (g)	Gramaje (g/cm ²)
#13	69	24	6	51	0.177
#14	63	18	6	51	0.177
#15	62	15	6	53	0.184
#16	66	21	6	51	0.177
#17	62	23	10	49	0.170
#18	66	23	10	53	0.184
#19	60	11	10	59	0.205
#20	60	14	10	56	0.194
#21	62	11	4	55	0.191
#22	65	15	4	54	0.188
#23	60	8	4	56	0.194
#24	66	13	4	57	0.198

IV. CONFECCIÓN DEL SUSTRATO NATURAL

La elaboración del sustrato alternativo es artesanal en su totalidad ya que utilizamos medios caseros para su formación. El sustrato natural consta de los siguientes elementos: 12 bolsillos no-tejidos y una malla base por cada jardín; en total son dos jardines.

A. Confección de las tiras de bolsillos, tirantes y marcos con malla tejida de cabuya.

En la confección de las tiras donde los bolsillos irán cosidos, cortamos un rectángulo de malla de 17 cm de ancho por 35 cm de largo y evitando que se deshile, efectuamos dos dobleces a lo ancho, de tal forma que cosiendo los bordes obtengamos una tira de 5 cm de ancho por 32 cm de largo. De esta forma se facilita la colocación de los bolsillos en el sustrato, por ello, va cosida en la parte posterior tres bolsillos. En la máquina recta pespuntamos una y otra vez las cejas de los bolsillos hasta obtener la unión deseada.

Considerando que un sustrato colgará en el interior de la vivienda, se prevé la confección de dos tirantes de malla de cabuya, éstos permitirán una mejor distribución del peso del jardín. Cortamos dos rectángulos de malla de 17 cm de ancho por todo el largo del saco de cabuya. Cuidando que no se deshile, realizamos dos dobleces en la malla de tal forma que con la costura obtengamos una tira de 5 cm de ancho, y para otorgarle estabilidad dimensional las vaporizamos.

Para el segundo sustrato, se prevé la confección de dos tiras de malla de cabuya, éstas harán las veces de marcos laterales y brindarán un mejor aspecto al jardín vertical. Cortamos dos rectángulos de malla de 13 cm de ancho por 60 cm de largo. Doblando la malla en dos partes, cosemos el borde hasta lograr una tira de 5,5 cm de ancho y 56 cm de largo. Concluida la confección de las tiras, las reservamos para el momento de ensamblaje del jardín.



Fig. 5. Confección de las tiras de bolsillos, tirantes y marcos con malla tejida de cabuya

B. Canaletas y tubo de irrigación.

La canaleta es indispensable para la recogida del agua en el jardín; un tubo de PVC de ½ pulgada, con 37 cm de largo y cortado a la mitad nos permite tal labor. Para cerrar los extremos de la canaleta colocamos tapas de plástico cortadas a la mitad y las pegamos con adhesivo de silicona; pequeñas perforamos en los bordes nos facilitarán coser los tubos en la malla tejida.

Para el suministro de agua y nutrientes, empleamos una manguera de pecera, misma que colocada sobre el sustrato natural y con perforaciones a lo largo de su extensión permitirá la humidificación de cada uno de los bolsillos; aprovechando

la fuerza de gravedad, se determinó que la mejor manera de ubicarla es desde la parte superior del sustrato, pasando por encima de los bolsillos, hasta llegar a la canaleta en la parte inferior.



Fig. 6. Canaletas y tubo de irrigación

C. Sustrato Natural del Jardín Interior

Para la confección de la malla base emplearemos un saco entero de cabuya, previamente marcado los puntos de referencia del área que ocupa cada bolsillo no-tejido y las dimensiones del sustrato; cortamos los excesos de malla y cerramos los bordes con cadeneta. En los costados de la malla formamos un marco de 5 cm y lo fijamos con pespunte; a partir del borde inferior de la malla dejamos libre 10 cm para poder colocar la canaleta de recogida de agua.

Una vez cortados los excesos de malla y cosido los bordes para evitar que se deshile, la llevamos a la mesa vaporizadora para extenderla y otorgarle estabilidad dimensional al tejido con la ayuda del vapor de agua, para facilitar la costura y acabados en el mismo. Luego de varios minutos de reposo del material, procedemos a coser los tirantes en su parte posterior, la distancia que sobresale por encima de la malla es de 5 cm y a 10 cm de cada lado; la canaleta, que se elaboró con anterioridad toma su lugar en el margen inferior de la malla, las perforaciones hechas en los bordes permiten la costura y acoplamiento de la malla al tejido.



Fig. 7. Malla base del jardín interior

La costura de las tiras de bolsillos se realiza pespuntando la tira con los bolsillos por debajo del borde superior hasta sujetarla bien en la malla; entre las aberturas de los bolsillos, sobreponemos el tubo de pecera, el cual permitirá el riego del jardín, las costuras deben sujetarlo bien evitando que se mueva.

Para finalizar la confección del sustrato natural, pespuntamos el marco superior de la malla cubriendo las cejas de los bolsillos y cerrando las puntas inferiores, cosiendo tanto por delante como por detrás. Concluidas las costuras, tenemos el sustrato natural terminado y listo para utilizarse.



Fig. 8. Costura de Bolsillos, Canaleta y Tubo de Pecera.



Fig. 9. Sustrato Terminado

El sustrato natural adquiere las características que se presentan a continuación, y tiene como objetivo albergar plantas ornamentales haciendo las veces de un sistema biotopo vertical en interiores de viviendas.

TABLA 4
CARACTERÍSTICAS DEL SUSTRATO NATURAL

Color	CRUDO	
Peso	Bolsillos	0.747 kg
	Base	0.624 kg
	Total	1.371 kg
Dimensiones	40 cm x 60 cm	

D. Sustrato Natural del Jardín Interior

La malla base del sustrato requiere indiscutiblemente de un saco de cabuya, marcamos un área de 46 cm de ancho por 60 cm de largo con puntos que nos permitan ubicarnos; el exceso de malla lo dejamos momentáneamente. Para trabajar de mejor manera la malla base, vaporizamos el saco de cabuya hasta que éste quede uniforme, y tanto tramados como urdimbres queden mejor alineadas; vaporizamos de tal forma que disminuyan las irregularidades en ambos lados y con la ayuda de una esponja forrada, frotamos una y otra vez el saco de cabuya hasta que adquiriera uniformidad.

Para la confección del sustrato el primer paso es el de extender la malla en el lugar de trabajo para asegurarnos que las áreas de distribución estén bien delimitadas con puntos o líneas de referencia y tomando en cuenta los elementos que van superpuestos. De igual forma que el anterior sustrato, éste está conformado por 12 bolsillos no-tejidos en mezcla algodón y cabuya, dispuestos sobre una malla tejida que hace las veces de base de sujeción. Para evitar posibles deshilados debido al corte de exceso de malla, cosemos un orillo.



Fig. 10. Elaboración del Sustrato del jardín Exterior

Debido a que el sustrato natural va anclado a una estructura de madera tiene esta presentación final aparentemente sencilla. Posteriormente se incluirán los elementos restantes tales como canaleta, manguera plástica y marcos de tira. El sustrato natural adquiere las siguientes características, y tiene como objetivo, albergar plantas ornamentales haciendo las veces de un sistema biotopo vertical en exteriores de viviendas.

TABLA 5
CARACTERÍSTICAS DEL SUSTRATO NATURAL

Color	CRUDO	
Peso	Bolsillos	0.742 kg
	Base	0.372 kg
	Total	1.114 kg
Dimensiones	46 cm x 60 cm	

V. ELABORACIÓN DEL JARDÍN VERTICAL Y ADAPTACIÓN DEL NO-TEJIDO EN EL MONTAJE DE LA ESTRUCTURA

Teniendo en cuenta aspectos tales como la ubicación de los prototipos de jardines y la exposición de estos al medio ambiente, se concibieron dos modelos de diseño; uno que se ubicara en los exteriores de la vivienda y otro en su interior.

A. Elaboración del Jardín Interior

TABLA 6
MATERIALES E INSUMOS REQUERIDOS EN LA ELABORACIÓN DEL JARDÍN INTERNO

Materiales e Insumos	Cantidad
Manguera de pecera	1.5 metros
Varilla de cortina (1plg)	45 cm
Soportes de Cortina	2
Plástico de mica	0.5 x 1.25 m
Hilo de algodón	1
Pabilo 100% algodón	1
Agujas	2
Canaleta	1
Sustrato natural	1
Plantas ornamentales	12

La impermeabilización del sustrato natural permite proteger a la pared o la zona externa en la que el jardín vaya colgado, de posibles problemas de humedad como: manchas, mohos y destrucción de la pintura. Para asegurarnos de que la humedad generada en el jardín no llegue a la pared, cosemos por el reverso del sustrato, una capa impermeabilizante, que en este caso fue la de un plástico común similar a la mica de 0.50 m por 1.25 m. Concluido la costura, la parte trasera del sustrato queda impermeabilizada. Para colgar el jardín una vez

terminado, cortamos 45 cm de varilla de cortina.

La varilla que soportará el peso del sustrato no-tejido y las plantas en su conjunto, debe permanecer fija en la parte superior de la pared asignada; los soportes de cortinas han de estar nivelados correctamente para que el jardín no se incline y el sustrato natural permanezca estable mientras cuelga. Es recomendable que exista una fuente de luz cerca del jardín, sea ésta de tipo natural o artificial, en el caso del proyecto, se optó por ubicarlo cerca de una ventana. La mantención del jardín se logrará gracias al recorrido del tubo de pecera alrededor de toda el área ajardinada ayudando a que la irrigación sea uniforme. El suministro de agua es manual.



Fig. 11. Impermeabilización, Soporte y Mantención

El exceso de agua escurrirá a través del no-tejido hasta llegar a la canaleta plástica ubicada en la parte inferior del jardín, la terminación del tubo de pecera culmina en la canaleta para evacuar el exceso de agua.

Concluida la elaboración del sustrato natural y de los elementos requeridos por el jardín vertical, procedemos a alojar las plantas en cada uno de los bolsillos; con ayuda de algunas fibras restantes de algodón y cabuya, estabilizamos las raíces y rellenamos el interior del no-tejido. Las plantas más adecuadas para mantenerse en el sustrato natural son aquellas de raíces cortas o las de tipo aéreas; seleccionadas las doce requeridas, retirando cuidadosamente la tierra de las raíces las lavamos para desprender cualquier basura o cúmulo de tierra que se halle incrustado, no se debe fregar o agitar las raíces porque pueden estropearse y romperse, con dejar caer agua sobre ellas es suficiente. Una vez limpias, tomamos una porción pequeña de algodón humedecido y cubrimos totalmente las raíces, esto permitirá que la planta permanezca fresca y no se deshidrate. Seguidamente, introducimos la planta dentro del bolsillo hasta que sobresalgan las hojas o flores. Repetimos el procedimiento con cada una de las plantas restantes y las ubicamos una a una en cada no-tejido; para finalizar, rellenamos el espacio con fibras de cabuya, de esta manera las plantas se mantienen fijas en su respectivo bolsillo.



Fig. 12. Plantación del Jardín Interior

B. Elaboración del Jardín Exterior

TABLA 7
MATERIALES E INSUMOS REQUERIDOS EN LA ELABORACIÓN DEL JARDÍN EXTERNO

Materiales e Insumos	Cantidad
Manguera de pecera	1.5 metros
Plástico de mica (2)	0.8 x0.70 m
Pabito 100% algodón	1
Agujas	2
Caja de grapas	1/2
Bisagras	2
Pintura Spray para Madera	1
Placa de madera	60x45cm
Pernos	4
Tacos de fijación	4
Canaleta	1
Sustrato natural	1
Plantas ornamentales	12

En el caso del jardín vertical exterior, empleamos una base de madera triplex de 9 líneas de 60 cm por 45 cm; liviana y con un acabado de pintura impermeable, inducimos la durabilidad de la madera y con ello la estructura ajardinada. La pintura para madera exterior protege la madera de los rayos UV y del deterioro que puede generar el agua lluvia; por lo tanto, su utilización en este proceso es muy beneficiosa. Luego de aproximadamente 30 minutos, aplicamos una segunda capa de pintura y dejamos secar durante un día completo. Medimos y recortamos dos capas de mica de 0.80 m por 0.70 m para cubrir el panel y evitar que la humedad del sustrato llegue a su superficie. Superponiendo las capas de plástico una sobre otra, cubrimos e impermeabilizamos un lado del panel; el plástico restante, doblado en el lado opuesto, se fija y permanece inmóvil momentáneamente gracias a la estática que se genera por el roce de sus extremos.



Fig. 13. Impermeabilización del panel de madera

El sustrato natural debe acoplarse firmemente en el panel de madera para conformar la estructura ajardinada buscada, para ello utilizamos unas cuantas grapas que permiten esta unión. El sustrato natural ya terminado, es ubicado sobre la superficie de la plancha de madera e inmovilizado con la ayuda de unas pinzas; de esta forma, procedemos a coser tanto la canaleta, y los marcos de tiras de malla que reservamos anteriormente. Pespuntada solamente por los extremos, la tira de malla debe permanecer tensa a los costados de los bolsillos, las pinzas permiten sujetar el sustrato mientras se realiza esta labor.

La manguera de pecera rodea a los bolsillos desde la abertura en su parte superior hasta llegar a la canaleta en el inferior del jardín, y para evitar que se mueva de su sitio,

realizamos pequeñas puntadas sujetándola sobre el tejido y entre los pliegues del marco. En la parte inferior del sustrato va situada la canaleta, cosemos los extremos hasta aproximadamente 15 cm hacia los laterales de la estructura; las pinzas permiten estirar la malla, y con ello, posicionarla de manera adecuada.



Fig. 14. Costura de canaleta, marcos laterales, manguera y base

Mientras las pinzas mantienen fija la posición del sustrato, colocamos una a una las grapas por el reverso del jardín; presionando malla y mica plástica, la grapa es clavada cuidadosamente hasta cubrir todo el espacio de la malla sobrante. Retiramos las pinzas y nos cercioramos de que no hayan partes flojas, si no las hay, la estructura esta lista para ser plantada. De igual forma que en el jardín interior, para el suministro de líquidos utilizamos una manguera de aireación de pecera, los orificios necesarios para la salida del agua pueden ser hechos con la punta de una aguja o con una quita grapas. El suministro de agua y nutrientes es manual mediante el empleo de un recipiente, el mismo que utilizamos en el jardín interior. La canaleta, que se elaboró con anterioridad, toma su lugar en el margen inferior de la malla; las perforaciones hechas en los bordes, permiten coserla en el tejido; éste colector permitirá recoger el exceso de agua. Así se evitará una sobre humidificación, goteos o derrames innecesarios.



Fig. 15. Inmovilización del sustrato en el panel y colocación de grapas

Fijamos los soportes utilizando pernos, y si es necesario, incluimos tejido de cabuya para un mejor ajuste. Con una previa selección de las plantas adecuadas para el jardín, retiramos la tierra y lavamos las raíces con agua para colocarlas en cada uno de los bolsillos no-tejidos, sin olvidar el relleno con fibras de cabuya y algodón.



Fig. 16. Colocación de soportes, y plantación del jardín exterior

VI. ADAPTABILIDAD DE LAS PLANTAS ORNAMENTALES

A. *Mantenimiento y Cuidados*

Para el cuidado y mantenimiento de las plantas ornamentales dispuestas en los jardines, se suministra una solución de nutrientes hidropónica ideal para jardinería vertical. Dos gotas de solución por cada doscientos mililitros de agua son suficientes para hidratar el jardín; debido a su concentración rica en nutrientes, es recomendable hacerlo una vez por semana.



Fig. 17. Nutriente Hidropónico

B. *Adaptación de las Plantas Ornamentales en el Interior de Viviendas*

La luz solar es necesaria para los procesos metabólicos de todas las especies vegetales, sin embargo, largas horas de exposición directa a los rayos del sol, podrían afectar seriamente la vitalidad de las plantas, y con ello, la belleza del jardín. La colocación de cortinas u otras barreras que controlen la entrada de la luz permiten regular la intensidad de ésta. Ubicando una cortina sobre la ventana, se puede filtrar la luz fuerte y situar a su lado el jardín.

El color de las paredes y objetos dentro de la habitación reflejan o absorben más la luz, con ello, una planta recibirá mayor o menor intensidad lumínica. En general los objetos claros reflejan la luz y los oscuros la absorben.

La presencia de elementos externos como árboles, edificios, etc. influye en la cantidad de luz que requiere el sistema de jardinería vertical, necesariamente debe existir una fuente de luz, sea esta natural y en su defecto artificial, con el fin de que las plantas puedan filtrarla y con ello puedan desarrollar sus mecanismos de supervivencia.

Parámetros

Ubicación: la experimentación se lleva a cabo en la ciudad de Quito, en la parroquia de Guamaní al sur de la ciudad.

Tiempo: en las hojas de observación se registran los cambios y variaciones que presenten las plantas en el jardín durante *siete semanas*

Hidratación: 200 mililitros de agua durante cinco días a la semana.

Nutriente: de una a dos gotas en el agua una vez por semana.

Luz: el jardín estará colocado cerca de una ventana, lo que permitirá recibir luz de manera indirecta.

C. *Adaptación de las Plantas Ornamentales en Condiciones Externas*

Un jardín vertical que está expuesto al ambiente de

exteriores debe considerar mayor tipo de cuidados, pues pasa largas horas del día expuesto a la luz directa del sol, y del mismo modo, las temperaturas bajas en temporadas frías, pueden marchitar la planta hasta el punto de secarla. Algo importante que se debe considerar, es que la mayoría de jardines verticales, en épocas de mayor calor como en verano, pueden parecer moribundos debido a la deshidratación, mas sin embargo transcurrido este periodo vuelven a reverdecir. Por ello, el riego de agua y nutrientes debe ser mejor llevado de acuerdo al clima o temporada.

Parámetros

Ubicación: la experimentación se lleva a cabo en la ciudad de Quito, en la parroquia de Guamaní al sur de la ciudad. Posteriormente, dados los resultados, se traslada a la ciudad de Ibarra.

Tiempo: en las hojas de observación se registran los cambios y variaciones que presentan las plantas en el jardín durante *nueve semanas*

Hidratación: inicialmente con 200 mililitros de agua durante cinco días a la semana. Luego se ensaya colocando 250 a 300 mililitros de agua durante seis días.

Nutriente: de dos a tres gotas en el agua una vez por semana.

Luz: el jardín estará colocado en el exterior de la vivienda donde reciba luz directa del sol.

VII. COMPORTAMIENTO Y DURABILIDAD DEL NO-TEJIDO EN CONDICIONES AMBIENTALES EXTERNAS E INTERNAS.

A. Generalidades

Los bolsillos no tejidos son parte del sustrato natural, están compuestos tanto de fibras de cabuya como de algodón reciclado; las fibras lisas de cabuya previas a su agrupación se muestran algo desordenadas y con matices brillantes en algunas secciones. Una vez colocada la goma siliconada en la superficie de una de las muestras, se aprecia la regularidad en cuanto a la orientación de las fibras, no se evidencian espacios grises muy marcados debido a la separación de fibra y fibra, más bien, éstos parecen haberse reducido.

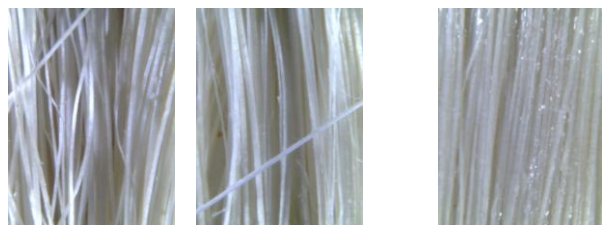


Fig. 17. Vista microscópica de las fibras de cabuya sin goma siliconada y con un acabado superficial de silicona

El recubrimiento de silicona en la superficie de cada bolsillo, permite a las fibras:

Ser más resistentes a los efectos perjudiciales del paso del tiempo, la luz solar, la humedad y la exposición a sustancias

químicas.

Evitar el crecimiento de bacterias u hongos.

Soportar presión y desgaste

Garantizar un nivel de desempeño confiable mejorando la vida útil del jardín.

VIII. CONCLUSIONES

Finalizado la investigación de este proyecto, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

La tabla 8 y 9 permite demostrar que los bolsillos no tejidos en mezcla de fibras de cabuya y algodón reciclado, permiten la permanencia de plantas ornamentales en su interior, siendo éstos una alternativa de sustrato en jardines verticales caseros.

TABLA 8

RESULTADOS DE OBSERVACIÓN DE LOS BOLSILLOS NO-TEJIDOS EN CONDICIONES AMBIENTALES INTERNAS SÉPTIMA SEMANA

Condiciones Ambientales		Temporada		Variable								
Corriente de Aire		Temperatura		23°/11°								
NE 13KMH/ 5 6KMH												
Tira	Primera	Segunda		Tercera		Cuarta						
Bolsillo	2	1	9	3	6	10	11	7	4	12	8	5
Cantidad de CO	6g	10g	6g	6g	10g	6g	4g	10g	4g	4g	10g	4g
Cantidad de H ₂ O	47g	46g	47g	45g	48g	44g	43g	50g	44g	46g	50g	42g
CARACTERÍSTICAS												
Seco	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	no	no	exterior	no	no	no
Húmedo	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior
Obscurecimiento	bases	no	no	bases	si	no	bases	si	no	si	si	no
Amamillamiento	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
Presencia de hongos	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Presencia de insectos	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Mal olor	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Ningun Cambio												
OBSERVACIONES												

Los bolsillos mantienen su rigidez; el color ha cambiado de crudo a amamillamiento con partes oscuras como la base de los bolsillos o en los bordes. El nutriente ha manchado paulatinamente el no-tejido puesto que es absorbido y retenido por el algodón que se encuentra en su interior. El agua en exceso se filtra por las costuras de los bolsillos y es absorbida por aquellos que se encuentran debajo, aunque el agua restante cae a la canaleta, esta es absorbida de nuevo por los bolsillos inferiores. Por esta razón los bolsillos 12, 8 y 5 tienden a estar húmedos por más tiempo en su parte exterior. No se observan moscos o insectos en el jardín, tampoco existe mal olor o presencia de hongos.

TABLA 9

RESULTADOS DE OBSERVACIÓN DE LOS BOLSILLOS NO-TEJIDOS EN CONDICIONES AMBIENTALES EXTERNAS NOVENA SEMANA

Condiciones Ambientales		Temporada		Variable								
Corriente de Aire		Temperatura		21°/9°								
N 13KMH/NE 5KMH												
Tira	Primera	Segunda		Tercera		Cuarta						
Bolsillo	14	17	22	13	18	21	15	19	23	16	20	24
Cantidad de CO	6g	10g	4g	6g	10g	4g	6g	10g	4g	6g	10g	4g
Cantidad de H ₂ O	51g	39g	50g	45	43g	51g	47g	49g	52g	45g	46g	53
CARACTERÍSTICAS												
Seco	exterior	exterior	no	exterior	no	exterior	no	no	exterior	no	no	no
Húmedo	interior	interior	interior	interior	interior	interior	todo	todo	interior	todo	todo	todo
Obscurecimiento	no	bases	bases	bases	si	no	bases	si	si	si	si	bases
Amamillamiento	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
Presencia de hongos	no	no	no	si	no	no	no	no	no	no	no	no
Presencia de insectos	no	no	no	moscos	no	moscos	no	moscos	no	no	no	no
Mal olor	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Ningun Cambio												
OBSERVACIONES												

Los bolsillos 22 y 16 presentan filtraciones en el bolsillo; en cuanto a los bolsillos inferiores, se mantienen húmedos casi durante todo el día. Es evidente el oscurecimiento del no tejido, ya sea en la base, borde o toda el área del bolsillo, misma que revela humedad al tacto. No existe mal olor pero se observan moscos pequeños en las plantas caléndulas y ojo de poeta. Se observa también, acumulación de polvo en el borde de malla que cubre la canaleta.

El jardín externo presentó resultados negativos en cuanto a la supervivencia de las plantas durante las primeras semanas de observación, ya que el 50% de las plantas lograron mantenerse vivas en el clima de la ciudad de Quito. La muerte de la mayoría de ellas se debió a las siguientes razones.

Deficiente hidratación: la cantidad de agua suministrada fue insuficiente.

Cambios bruscos de temperatura: generalmente las noches en Guamaní, sector en el que se realizó la experimentación, son por lo general muy frías, con mañanas soleadas y tardes lluviosas inclusive con granizo.

Estrés de la planta: ya que para ser ubicada en el jardín, debía retirarse toda la tierra de sus raíces y luego ser colocada en un sustrato desconocido sin minerales naturales.

Aproximadamente a los 8 meses de haber colocado las nuevas plantas, es notoria la presencia de hongos e insectos en

cada uno de los bolsillos del jardín externo; de igual forma y debido a la acumulación de humedad, las fibras se han tornado oscuras y con mohos; por el contrario, los bolsillos internos mantienen su color a pesar de que ha transcurrido aproximadamente un año desde su utilización, por lo general la base que permanece húmeda conserva un ligero oscurecimiento sin mal olor.



Fig. 18. Bolsillos no tejidos aproximadamente a un año de inicio de experimento jardín interno (izquierda) y jardín externo (derecha).

Durante los meses de observación de cada uno de los sustratos naturales, se evidenció un cambio en el comportamiento de la fibra de cabuya y de algodón, las fibras se deterioran gradualmente después de horas prolongadas de exposición a los rayos del sol, y se oxidan tornándose amarillentas perdiendo fuerza y resistencia.

Heladas, bajas temperaturas, granizo y días de intenso sol, fueron factores en contra que complicaron la adaptabilidad de muchas de las plantas del jardín vertical exterior, a su vez que erosionaban la capa superficial de silicona que recubría cada bolsillo.

Con el seguimiento y observación de los jardines, se concluyó que un acabado superficial de silicona sobre las fibras de cabuya, más un moldeado a vapor, permite el endurecimiento y la permanencia de la forma del bolsillo, otorgándole inicialmente además, cierta protección contra los insectos.

La vida útil de los jardines colgantes está estimada en un periodo de dos años para el de interiores, y de uno para el de exteriores; esto se debe a que solamente se impregnó una ligera capa de silicona en la superficie del bolsillo, por lo que los procesos de degradación no se vieron retardados al no haberse consolidado íntegramente todas las fibras.

Un jardín vertical de interiores es la mejor opción si no se dispone de mucho tiempo para atender las plantas, ya que un jardín vertical externo demanda más dedicación y cuidados.

La exposición prolongada a los rayos UV y la humedad retenida, aceleran el desgaste y descomposición de las fibras de cabuya.

La cantidad de algodón colocado en el interior de los bolsillos de cabuya, que permiten retener mayor humedad, no influye en cuanto a la supervivencia de las plantas se refiere; como lo demuestra el caso de la marsilea que en ninguno de los bolsillos con 6 y 10 g de CO pudo adaptarse, mas sin embargo, las caléndulas se mantuvieron muy bien en bolsillos con 6 y 4 g de CO.

La fibra de cabuya es aproximadamente 60% celulosa, por lo cual puede ser aprovechada como excelente abono textil, y

de igual forma el algodón (92 %).

Se concluyó que al utilizar agua de lluvia, la apariencia de las plantas mejora considerablemente, otorgándoles más verdor a diferencia del riego con agua clorada.

RECOMENDACIONES

Durante el cepillado de las cortinas de cabuya, se recomienda utilizar equipos de protección personal como: mascarillas, guantes y gafas, pues muchas de las partes leñosas que se desprenden de las fibras pueden ser inhaladas o incluso tragadas.

En el proceso de vaporizado, tanto con la mallas de cabuya como con las muestras no tejidas, hay que tener precaución con la mesa vaporizadora, pues el vapor de agua sale abundantemente y si el cuerpo está muy cerca de ella, puede quemar rostro y manos.

Si no se dispone de una fuente de luz natural cerca del jardín de interiores, una lámpara y foco de luz blanca puede ser la alternativa.

Iniciados los procesos de degradación de las fibras de cabuya, se recomienda retirar el bolsillo del jardín y trasplantarlo en una masetta, para que las fibras naturales abonen la planta y le permitan crecer naturalmente con el aporte de nutrientes.

Para prolongar la durabilidad del sustrato natural, en estructuras de jardines verticales, se recomienda investigar tratamientos antibacterianos que puedan ser aplicados directamente en la fibra y que permitan mayor durabilidad de los jardines con esta variante de sustrato.

Se recomienda tanto a la industria como a las universidades, buscar alternativas de uso de la fibra de cabuya y algodón como la presente iniciativa.

REFERENCIAS

- [1] R. Fernández, N. Pérez, S. Quevedo, L. Pérez y A. Franco, "Ajardinamiento de fachadas y jardines verticales: otras formas de jardinería aplicadas a un desarrollo urbano más sostenible". *I Simposio Iberoamericano- IV Jornadas Ibéricas de Horticultura Ornamental*, Pontevedra, (págs. 231-236). 2008
- [2] C. Checa, y F. Jurado, "Mejoramiento de la Calidad de la Fibra de Cabuya y su Aplicación". Tesis Previa a la Obtención del Título de Ingeniería textil, Universidad Técnica del Norte, Ibarra. 2002.
- [3] M. Vásquez, "Reciclaje de Residuos de Café y Cabuya en la Elaboración de Tableros Compuestos en Base de Resinas Úrea-formaldehído (UF)". Tesis de Grado Previa a la Obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria, PUCE-SI, Ibarra. 2011.
- [4] H. Haro, "Normalización de Parámetros en las variables que Inciden en la Calidad de la Tela Jersey, Mezcla Algodón 30/1 /Elastano 40Denier, Colores Oscuros, en el Proceso de Prefijado y Termofijado, en la Empresa ASOTEXTIL". Tesis de Pregrado, UTN, Ibarra, 2011.
- [5] P. Benalcázar, "Implementación de un proceso de elaboración de hilo 20/1 Ne Open End, utilizando la fibra corta recuperada en la Planta de Hilatura de la Empresa Textil San Pedro", Tesis de Grado, UTE, Quito, 2004.
- [6] Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Tecnicos, Non-Woven. Manual de Tejidos No-Tejidos (Manual Técnico). A. Borovich, Ed. 2005.

BIOGRAFÍA



Esther P. Cano. Nació el 5 de Abril de 1989 en la ciudad de Ibarra, capital de la provincia de Imbabura, Ecuador. Sus estudios Primarios los realizó en la Escuela María Angélica Idrobo; se graduó como bachiller en la especialidad de Físico-Matemático en el Colegio Sagrado Corazón de Jesús de las Hermanas Bethlemitas. En el año de 2009, ingresa a la carrera de Ingeniería Textil en la Universidad Técnica del Norte para culminar sus

estudios universitarios. Le interesa mucho la aplicación de los textiles en el diseño y complementación de espacios interiores, el buscar alternativas nuevas y ecológicas de aprovechamiento de fibras, así como experimentar con nuevas alternativas de diseño ecológico.

USE OF A NATURAL NONWOVEN MIXTURE OF WHITE SISAL AND COTTON RECYCLED SUBSTRATE AS AN ALTERNATIVE IN THE STRUCTURE OF SYSTEMS VERTICAL GARDENS HYDROPONIC

Esther P. Cano

(ades.hibrid.girl.tg@gmail.com)

Abstract — for the preparation of a base substrate to replace the textile, geo essential in all vertical garden, natural fibers and recycled cotton white sisal were used. The process begins with the purchase and preparation of raw materials, the development of pockets nonwoven manually, adequacy of the natural substrate, and finally, planting ornamental species in experimental models of vertical gardens. In order to obtain results and demonstrate the effectiveness of nonwoven physical changes were observed in indoor environments with indirect light and outdoor housing with exposure to climate change; taking into account both parameters similar models of care, research success is accompanied by the positive behavior of plants within the substrate, survival defined competence of the natural non-woven in vertical gardening, in addition to the care they require vegetal elements.

Terms for indexing — Natural alternative substrate, craft vertical garden

I. INTRODUCTION

This research achieves a non-woven, natural fiber made of sisal and cotton, as an alternative base substrate in the vertical gardens that use hydroponic systems for maintenance. Because of the increasingly apparent population increase within cities, and the concern that this creates for damage to the environment, vertical gardening is presented as a new trend of sustainable farming full of beauty. While modern avalanche of concrete considerably reduces the scenic beauty of the environment in cities, the vertical gardens come to be a nice solution for homes with reduced ornamentation to beautifying outdoor spaces in buildings. However, since many centuries ago, the ornamentation of facades has been a usual practice so it is not something unknown; plants hung from balconies or windows, in pots or covering the walls like vines. The best known worldwide are the Hanging Gardens of Babylon, which favorably influenced the current systems of vertical gardening and green roofs. In addition to providing aesthetics, there are other benefits that can leverage from its placement; from cooler inside the rooms to a considerable reduction in noise pollution environments, which is much more noticeable in the city. The continuum of care that require the gardens, especially in the vertical plane, reduced the enthusiasm to create more green in the early twentieth century cities, but today, the search for better living conditions within the urban perimeter has turned his gaze to pendants and the use of their qualities gardens. At this turning point, the use of more environmentally friendly variants in structure; the use of natural fibers as alternative to plastic or synthetic as the geotextile fibers allow

these green projects be environmentally friendly by avoiding petroleum-based materials and its production is source of contamination. It also marks the beginning in investigating the use of undeveloped fibers and their application in different areas of study. That is why to encourage the use of sisal and cotton substrates vertical gardens, a pattern is marked in the investigation of new techniques and processes that improve the behavior of these fibers, which due to their organic nature, are limited in for durability; thus opening up new fields of study of natural fibers allow perpetuate them and use them for longer.

II. GENERAL

A. The Vertical Garden

Vertical gardening is growing or development of plants in an essentially vertical plane [1]. Within the concept of vertical gardening they are included both traditional landscaping of facades with climbing plants such as green walls and vertical gardens, both indoor and outdoor. Several innovative applications of these techniques have appeared with great success in recent years (...) [1]. Today it is more evident the attention given society to care for the environment and its urban sustainability. It is for this reason that vertical gardening is a new trend, sometimes full of glamor, which is presented as an alternative to systems landscaping and traditional construction, and basically consists of the design and construction of landscaped areas in a vertical plane [1].

TABLE I
VERTICAL GARDENS CLASSIFICATION

LIVING WALLS OR GREEN WALLS	GREEN FACADE
Passive Systems (Superficial or Modular)	(LANDSCAPE)
Active Systems (Bio. Walls)	

B. Natural Fibers

Sisal Fiber. - According to Checa and Jurado [2], the sisal is a very rustic plant, which has operated in Ecuador since time immemorial. It is widely grown in the valleys and the foothills of the mountain range to obtain their fiber [3]. Today, in the Intag and Lita in the province of Imbabura, there are 1,197.48 hectares of sisal, representing 2863.53 quintals of fiber per year [3].

Because they have the ability to grow in poor slopes thanks to timely root system, make the system sisal the ideal soil conservation.

The sisal fiber is widely used in Ecuador, mostly for the manufacture of textiles, acting as soap, firewood; juice as color fixing; cattle feed; the Indians used to dye her hair; whitening houses; to make divisions between parts of the houses; cut sheet as channels of water, the use tiles instead of fencing, paddocks divisions; fiber pulling the spine or barb, make needle and thread. White flowers sisal serve to prepare delicious capers, while black sisal the chaguarmisque or pulque, taking the Indians drink it. [2]

Cotton. - Cotton comes from the cotton plant of the genus *Gossypium*, belonging to the family of Malvaceae. Pure cellulose predominates in cotton, and is in the form of more or less oriented molecules. From this comes the name of cellulose material are known as vegetable fibers. The basic unit of the cellulose molecule is the unit of glucose, which is the same for natural and regenerated fibers [4]. The glucose unit consists of carbon, hydrogen and oxygen.

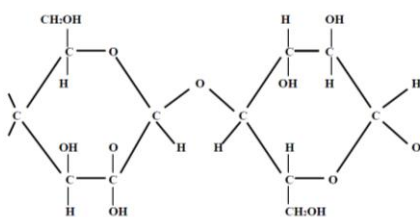


Fig. 1. Cellulose formula

For cotton fibers processable or reusable must take into account the following:

Cleanliness of the material.- Cleaning is assessed in terms of the amount of scale, snuff, leaves or seeds that possess cotton; either with modern laboratory system or the eye considering the amount of surface impurities they occupied particles on the sample. For example: the recycled material carding is extremely dirty and cannot be used for spinning.

The draw frames have suction pipes; material recycling is mostly very short fiber, powder and some husk. It's impossible to reuse in spinning [5].

Average fiber length.- The recycled material can be exploited according to the fiber length. So we have the combers that separate the fibers shorter, they (if appropriate) can be reused in the production of carded yarn or OPEN END.

Cohesion of the material. - As regards the degree of cohesion, this is very important when choosing the material; because the recycled material can have lower compaction cohesion and even compressed bales material [5].

C. Non-woven

The non-woven is a flat, flexible and porous structure consisting of veil or blanket of fibers or filaments oriented directionally or consolidated by mechanical process of friction and / or also chemical (attached) and / or thermal (cohesion)

and combinations thereof [6]. There are several technologies to manufacture a nonwoven. Practically nonwovens can be basically classified according to their manufacturing process, raw materials, characteristics of fibers and filaments, consolidation, weight, and other [6]. The visual and tactile identification, supported by the formation of the blanket, consolidation, transformation-finishing, can help identify the nonwoven. The main applications of nonwovens are geo textiles, agro-textiles, curative and bandages, diapers and absorbent hygiene, cleaning cloths babies, household cleaning products, hospital and surgical medical mattresses, cloths industrial cleaning, footwear and clothing, filters, waterproofing, carpets, folders and databases.

III. PREPARATION OF MIXTURE OF NON-WOVEN SISAL AND RECYCLED COTTON

A. Preparation of material

Initially select a bale of sisal and proceed to weigh it and open it. To facilitate removal of impurities and woody parts in each strand soaked in warm water temporarily entire set of fibers, then drain excess water. For brushing firmly we hold one end of the fibers to a bar and using a steel brush brushing precede one by one the strands of fiber; gradually they acquire a smooth and shiny appearance.



Fig. 2. Preparation of sisal fibers

B. Nonwoven Samples

Recycled cotton weighing 8 samples 4g, 6g and 10g. Each cotton a sample corresponds to a pocket sisal therefore required despite 8 samples of 4 grams (copies with the minimum amount of CO), 8 samples 6g and 8 samples of 10 grams each (copies with the maximum amount of CO).

The next step is to tighten fiber strands about 66g at the ends, so that the fibers are fully extended; parallel, the disaggregate to the side, avoid leaving empty sections, to acquire a rectangular surface fibers. With the help of a meter and a marker, consolidated delimited area, this involves 48cm long and 12cm wide. Placing silicone rubber on the surface of the fibers, it allows us to hold together in one position to sisal and cotton, without risk of deformation. For the application of the silicone, we use a blunt metal plate. Once finished, we hope that we turn to dry and repeat the operation; then we superimpose the cotton fibers to remain with sisal. Finally, with a little pressure we turned half at room temperature and let it dry and harden.



Fig. 3. Preparation of the samples nonwoven

C. Molding and sewing pockets

In order to prevent subsequent deformation and detachment of fibers at the edges of the pockets, it is recommended stitching each nonwovens samples; It is achieved in this way strengthen the pocket area comprised giving better stability. It is recommended that before, excess fibers are cut to facilitate handling is on the line machine. To achieve the base of the pockets, use a hot galvanized pipe at about 100 ° C; holding each sample at the edges and a slight pressure towards the center of the tube is achieved deforming the nonwoven. After the procedure, it is pointed fold which will form the base of the pocket. Molding the nonwoven sample is carried out using steam, for it will use the generated table in a conventional vaporizer. The average machine temperature is 88 ° C and poses no risk to the natural non-woven. While samples are softened by the heat and humidity, we hasten to bend without difficulty the lower section of the rectangle non-woven and thus form a small pocket. When it has dried completely, we close the sides or thread 100% cotton wicks. To finalize the development of the pockets, cut excess fibers from both the top and sides..



Fig. 4. Molding and sewing pockets

Then the amount of fiber used in the preparation of each of the pockets is specified.

TABLE 2
DESCRIPTIVE TABLE WEIGHT POCKET (GARDEN 1)

Sample	WI (g)	Sisal W. (g)	Weight (CO) (g)	W Pocket (g)	Weight (g/cm ²)
#1	69	23	10	56	0.194
#2	66	19	6	53	0.184
#3	66	21	6	51	0.177
#4	67	23	4	48	0.166
#5	66	24	4	46	0.160
#6	68	20	10	58	0.201
#7	67	17	10	60	0.208
#8	66	17	10	60	0.208
#9	67	20	6	53	0.184
#10	68	24	6	50	0.174
#11	68	25	4	47	0.163
#12	66	20	4	50	0.174

TABLE 3
DESCRIPTIVE TABLE WEIGHT POCKET (GARDEN 2)

Sample	WI (g)	Sisal W. (g)	Weight (CO) (g)	W Pocket (g)	Weight (g/cm ²)
#13	69	24	6	51	0.177
#14	63	18	6	51	0.177
#15	62	15	6	53	0.184
#16	66	21	6	51	0.177
#17	62	23	10	49	0.170
#18	66	23	10	53	0.184
#19	60	11	10	59	0.205
#20	60	14	10	56	0.194
#21	62	11	4	55	0.191
#22	65	15	4	54	0.188
#23	60	8	4	56	0.194
#24	66	13	4	57	0.198

IV. MAKING OF NATURAL SUBSTRATE

The development of alternative substrate is handmade in full and we use home media for their training. The natural substrate consists of the following 12 non-woven pockets and a mesh base each garden; in total there are two gardens.

A. Making strips pockets, straps and mesh frames with sisal woven.

In the making of the strips where the pockets will sew, cut a rectangle mesh 17 cm and 35 cm long and preventing fraying, we make two folds in width, so that sewing the edges obtains a strip 5 cm wide by 32 cm long. Thus the placement of the pockets in the substrate, therefore, is sewn on the back three pockets is facilitated. Straight we sew on the machine again and again eyebrows pockets until the desired union.

Whereas a substrate hung inside the housing, it provides for the preparation of two shoulder straps mesh sisal, they allow better weight distribution of the garden. We cut two rectangles mesh 17 cm wide by the length of sisal sack. Careful not fraying, made two folds in the mesh so that the seam obtain a strip of 5 cm wide, and to give dimensional stability we give them steam.

For the second substrate, provides for the making of two strips of sisal mesh, they will serve as side frames and provide a better look at the vertical garden. Cut two rectangles mesh 13 cm wide by 60 cm long. Bending the mesh in two parts, sew the edge until a strip 5.5 cm wide and 56 cm long. After the making of the strips, the reserve for the time of assembling the garden.



Fig. 5. Making strips pockets, straps and mesh frames woven sisal

The chute is essential for the collection of water in the garden; PVC pipe ½ inch, 37 cm long and cut in half allows such work. To close the ends of the plastic covers placed chute

halved and paste all with silicone adhesive; the small drilled at the edges will facilitate sewing tubes on the woven mesh.

For the supply of water and nutrients, employ a hose tank, placed on the same substrate and with perforations naturally along its length will allow humidification of each of the pockets; taking advantage of the force of gravity, it was determined that the best way to locate it is from the top of the substrate, bypassing pockets, up to the trough at the bottom..

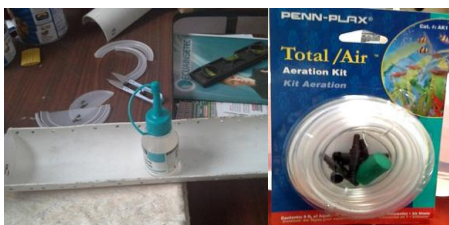


Fig. 6. Gutters and irrigation tube

B. Natural substrate Garden Interior

For the preparation of the base mesh will use a whole bag of sisal, previously marked reference points the area occupied by each non-woven pocket and dimensions of the substrate; cut excess mesh and close the edges with chain stitch. On the sides of the mesh formed a frame of 5 cm and look with stitching; from the lower edge of the mesh 10 cm left free to place the water collecting trough.

Once cut excess mesh and stitching the edges to prevent fraying, the carry to the steam table to extend and give dimensional stability to the fabric with the help of water vapor, to facilitate sewing and finishing therein. After several minutes of rest material, proceed to sew the straps at the back, the distance that protrudes above the mesh is 5 cm and 10 cm on each side; the channel, which was developed previously taken place at the bottom of the mesh, the holes in the sides allow the seam and coupling of the mesh to the tissue.



Fig. 7. Based mesh inner garden

Seam pockets strips is made by sewing the strip with pockets below the upper edge to hold well at the net; between the openings of the pockets, superimpose tank tube, which will allow watering the garden, seams should hold well preventing it from moving.

To finish making the natural substrate, sew the top frame of the mesh covering the eyebrows pockets and closing the lower ends, by sewing both front and back. Concluded the seams, we are finished and ready for use natural substrate.



Fig. 8. Seam pockets, Canaleta and Fishbowl tube.



Fig. 9. Finished Substrate

The natural substrate acquires the characteristics presented below, and aims to accommodate ornamental plants acting as a vertical biotope indoor housing system.

TABLE 4
CHARACTERISTICS OF NATURAL SUBSTRATE

Color	Cream	
Weight	Pockets	0.747 kg
	Base	0.624 kg
	Total	1.371 kg
Dimensions	40 cm x 60 cm	

C. Natural Substrate Garden Exterior

The mesh base substrate indisputably requires a sisal sack, we mark an area of 46 cm wide by 60 cm long with points that allow us to position ourselves; excess mesh we left momentarily. To work better mesh base, we steam sisal sack until it is uniform, and both frames as warps remain better aligned; so that reduce irregularities on both sides and with the help of a sponge covered, and again rubbed sack sisal acquired until uniformity.

The substrate for making the first step is to extend the mesh in the workplace to ensure that the distribution areas are well defined with reference points or lines and taking into account the elements that are overlapping. Just as the previous substrate, it is made up of 12 non-woven pockets cotton and sisal mixed, arranged on a woven mesh which acts as fastening base. To avoid possible unraveled due to the cutting of excess mesh, sew one selvedge.



Fig. 10. Substrate Preparation Garden Exterior

Because the natural substrate is anchored to a wooden structure has the final apparently simple presentation. Trough, plastic hose and strip frames: subsequently the remaining elements such as placed. The natural substrate aims, house ornamental plants acting as a vertical biotope outdoor housing system and has the following characteristics

TABLE 5
CHARACTERISTICS OF NATURAL SUBSTRATE

Color	Cream	
Weight	Pockets	0.742 kg
	Base	0.372 kg
	Total	1.114 kg
Dimensions	46 cm x 60 cm	

V. VERTICAL GARDEN DEVELOPMENT AND ADAPTATION OF NO-WOVEN ON MOUNT STRUCTURE

Taking into account aspects such as the location of the prototypes of gardens and exposure to the environment of these two models were conceived design; one that was located on the outside of the housing and another inside.

A. Elaboration of Internal Garden

TABLE 6
MATERIALS AND SUPPLIES REQUIRED IN THE DEVELOPMENT OF INTERNAL GARDEN

Materials And Supplies	Quantity
Hose Fishbowl	1.5 m
Curtain Rod (1-Inch)	45 cm
Supports Cortina	2
Plastic Mica	0.5 x 1.25 m
Cotton Thread	1
100% Cotton Wick	1
Points	2
Canaletto	1
Natural Substrate	1
Ornamentals	12

Waterproofing natural substrate allows protecting the wall or the outer area where the garden will hang, possible moisture problems such as stains, mold and destruction of painting. To ensure that the moisture generated in the garden does not reach the wall, sew on the reverse side of the substrate, a waterproof layer, which in this case was that of a common plastic similar to mica of 0.50 m by 1.25 m. Concluded the seam, the back of the substrate is waterproofed To hang the garden once finished, we cut 45 cm curtain rod.

The rod support the weight of the substrate non-woven and plants as a whole must remain fixed at the top of the assigned wall; curtains supports must be leveled properly so that the garden does not tilt and the natural substrate remains stable while hanging. It is recommended that there be a light source near the garden, whether natural or artificial type, in the case of the project, it was decided to place it near a window. The maintenance of the garden will be achieved through the path of the tank tube around the entire garden area helping uniform irrigation. The water supply is manual.



Fig. 11. Waterproofing, Support and Maintenance

Excess water will drain through the non-woven to reach the plastic chute located at the bottom of the garden, completion tank tube ends in the gutter to drain excess water.

Once the development of the natural substrate and the elements required by the vertical garden, we proceed to accommodate the plants in each of the pockets; using some other cotton fibers and sisal, we stabilize the roots and fill the inside of nonwoven. The most appropriate to keep the natural substrate plants are those with short roots or aerial type; selected twelve required, carefully removing the soil from the roots wash them to loosen any debris or accumulation of land that is found embedded, do not scrub or shake the roots because they can be damaged and broken, with dropping water on them is enough. Once clean, take a small portion of moistened cotton and fully cover the roots, this will allow the plant to remain fresh and dehydrated. Then we introduce the plant into the pocket until protruding leaves or flowers. We repeat the procedure with each of the remaining plants and are located one by one on each non-woven; finally, fill the space with sisal fibers, so plants remain fixed in its respective pocket.



Fig. 12. Plantation Garden Interior

B. Elaboration of Garden Exterior

TABLE 7
MATERIALS AND SUPPLIES REQUIRED IN THE DEVELOPMENT OF EXTERNAL GARDEN

Materials And Supplies	Quantity
Hose fishbowl	1.5 m
Plastic mica (2)	0.8 x0.70 m
100% cotton wick	1
points	2
Staple case	1/2
hinges	2
Spray Painting Wood	1
Wooden plate	60x45cm
bolts	4
Tacos fixing	4
Canaletto	1
natural substrate	1
ornamentals	12

In the case of outside vertical garden, we use a wooden base triplex 9 lines of 60 cm by 45 cm; lightweight and waterproof paint finish, we induce the durability of wood and therefore the garden structure.

Outdoor wood paint protects the wood from UV rays and deterioration which can generate rainwater; therefore use in this process is very beneficial. After about 30 minutes, we apply a second coat of paint and let dry for a full day. We measure and cut two layers of mica of 0.80 m by 0.70 m to cover the panel and prevent moisture reaching the substrate surface. We overlaying the plastic layers one upon another, and we waterproof cover a face panel; the remaining plastic, bent on the opposite side, is fixed and remains stationary due to the static momentarily generated by the friction of its ends.

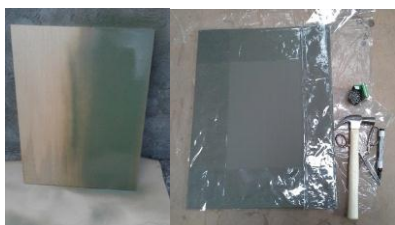


Fig. 13. Waterproofing wooden panel

The natural substrate must be attached firmly on the wooden panel to form the desired garden structure, for this we use a few staples that allow this union. The natural substrate finished, is located on the surface of the wooden board and immobilized with the aid of forceps; thus, we proceed to sew both the gutter and the mesh strips frames previously booked. Sewn only at the ends, the strip must remain tight mesh on the sides of the pockets; the clamps allow holding the substrate while this work is carried out.

Hose tank surrounding the pockets from the opening at the top to reach the trough at the bottom of the garden, and to prevent it from moving your site, perform small holding her stitches on the fabric and the folds of the frame.

At the bottom of the channel substrate is located, sew the ends to about 15 cm to the side of the structure; tweezers allow stretch the mesh, and thus to position properly.



Fig. 14. Sewing gutter, side frames, and based hose

While the clamps keep fixed the position of the substrate, we placed one by one the staples on the back of the garden; pressing plastic mesh and mica, the staple is carefully pinned to cover the entire space of the excess mesh. We removed the clamps and make sure that there are no loose parts, if any, the structure is ready to be planted.

Just as in the inner garden, for the supply of liquid use a hose aeration tank, the holes needed for the water outlet can be made with the tip of a needle or a staple remover. The supply of water and nutrients is manual by using a container, the same as used in the inner garden.

The channel, which was developed previously, takes place at the bottom of the mesh; the perforations in the sides, allow stitch in the tissue; it allows this collector collect excess water. So one will avoid over humidification, drips or spills unnecessary.



Fig. 15. Immobilization of the substrate in the panel and stapling

We set the brackets using bolts, and if necessary, include aloe fiber fabric for better fit.

With a pre-selection of suitable plants for the garden, remove earth and wash the roots with water to place in each of the non-woven pockets, not to mention filled with sisal and cotton fibers.



Fig. 16. Media placement and planting the garden outside

VI. ADAPTABILITY ORNAMENTALS

A. Maintenance and Care

Care and maintenance of ornamental plants arranged in gardens, an ideal solution for vertical gardening hydroponic nutrients supplied. Two drops of solution per hundred milliliters of water are sufficient to moisturize the garden; because of its rich nutrient concentration, it should be done once a week.



Fig. 17. Hydroponic Nutrient

B. Adaptation of Ornamental Plants in the Interior Housing

Sunlight is necessary for metabolic processes of all plant species, however, long hours of direct exposure to sunlight,

could seriously affect the vitality of plants, and with it, the beauty of the garden. The placement of curtains or other barriers to control the entry of light can regulate the intensity of it. Placing a curtain over the window, you can filter the strong light and place beside the garden.

The color of the walls and objects within the room reflect or absorb more light, thus a plant will receive higher or lower light intensity. Generally light objects reflect light and dark absorb it.

The presence of external elements such as trees, buildings, etc. influences the amount of light required by the system of vertical gardening, must exist a light source, be it naturally and its artificial defect, in order that the plants can filter it and thereby to develop their coping mechanisms.

Parameters

Location: experimentation takes place in the city of Quito, in the parish of Guamaní south of the city.

Time: in observation sheets changes and variations that present the plants in the garden for seven weeks are recorded

Hydration: 200 milliliters of water for five days a week.

Nourishing: one or two drops in water once a week.

Light: the garden will be placed near a window, which will receive light indirectly.

C. Adaptation of Ornamental Plants in Extreme Conditions

A vertical garden is exposed to the outdoor environment should consider more types of care, because spends long hours a day exposed to direct sunlight, and likewise, low temperatures in cold weather, can wither the plant to the point drying. An important thing to consider is that most vertical gardens, in times of high heat and summer, may seem dying due to dehydration, but yet after this period become green again. Therefore, irrigation water and nutrients should be better taken according to the weather or season.

Parameters

Location: experimentation takes place in the city of Quito, in the parish of Guamaní south of the city. Subsequently, given the results, he moved to the city of Ibarra.

Time: in observation sheets changes and variations that present the plants in the garden for nine weeks are recorded

Hydration: initially with 200 milliliters of water for five days a week. Then tested with 250 millimeters or 300 milliliters of water for six days.

Nourishing: Two to three drops in water once a week.

Light: the garden will be placed on the outside of the housing which receives direct sunlight.

VII. BEHAVIOR AND DURABILITY OF NONWOVEN IN EXTERNAL AND INTERNAL ENVIRONMENTAL CONDITIONS.

A. General Information

Nonwoven pockets are part of the natural substrate, they are composed of both sisal fibers and recycled cotton; smooth fibers prior to their grouping sisal are somewhat jumbled and

with brilliant hues in some sections. After placing the silicone rubber on the surface of a sample, the regularity shown in the orientation of the fibers, not very marked gray spaces are evident due to fiber separation and fiber; rather, they appear to have reduced.

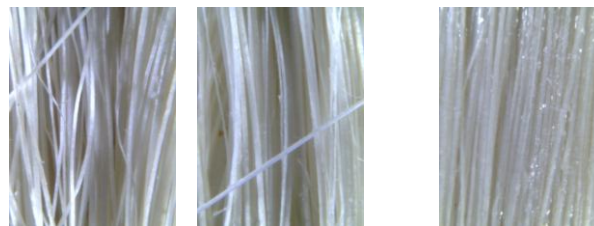


Fig. 17. Microscopic view of sisal fibers without silicone rubber and silicone surface finish

The silicone coating on the surface of each pocket, allowing the fibers:

Be more resistant to the damaging effects of aging, sunlight, moisture and exposure to chemicals.

Prevent growth of bacteria or fungi.

Withstand pressure and wear

Ensure reliable performance level improving the life of the garden.

VIII. CONCLUSIONS

Completed the researches for this project, the following conclusions were obtained:

Table 8 and 9 shows that allows pockets nonwovens fiber mixture sisal and recycled cotton, allowing the permanence of ornamentals inside, these being an alternative substrate in home gardens vertical.

TABLE 8
OBSERVATION RESULTS NONWOVEN POCKETS INTERNAL ENVIRONMENTAL SEVENTH WEEK

Condiciones Ambientales		Temporada												Variable				
Corriente de Aire		Temperatura												23°/11°*				
Tira		Primera				Segunda				Tercera				Cuarta				
Bolsillo	2	1	9	3	8	10	11	7	4	12	8	5						
Cantidad de CO	6g	10g	6g	6g	10g	4g	4g	10g	4g	4g	10g	4g						
Cantidad de FI	47g	46g	47g	45g	48g	44g	43g	50g	44g	46g	50g	42g						
CARACTERÍSTICAS																		
Seco	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	interior	interior	exterior	interior	interior	interior	interior	interior				
Húmedo	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior				
Oscurecimiento	base	no	no	base	si	no	base	si	no	si	si	si	si	no				
Amarrillamiento	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si				
Presencia de hongos	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no				
Presencia de insectos	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no				
Mal olor	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no				
Ningún Cambio																		
OBSERVACIONES																		

Los bolsillos mantienen su rigidez, el color ha cambiado de crudo a amarillento con partes oscuras como la base de los bolsillos o en los bordes. El nutriente ha manchado paulatinamente el no-tejido puesto que es absorbido y retenido por el algodón que se encuentra en su interior. El agua en exceso se filtra por las costuras de los bolsillos y es absorbida por aquellos que se encuentran debajo, aunque el agua restante cae a la canaleta, esta es absorbida de nuevo por los bolsillos inferiores. Por esta razón los bolsillos 12, 8 y 5 tienden a estar húmedos por más tiempo en su parte exterior. No se observan moscos o insectos en el jardín, tampoco existe mal olor o presencia de hongos.

TABLE 9
OBSERVATION RESULTS NONWOVEN POCKETS EXTERNAL ENVIRONMENTAL IN NINTH WEEK

Condiciones Ambientales		Temporada												Variable				
Corriente de Aire		Temperatura												21°/9°*				
Tira		Primera				Segunda				Tercera				Cuarta				
Bolsillo	14	17	22	13	12	21	15	19	23	16	20	24						
Cantidad de CO	6g	10g	4g	6g	10g	4g	6g	10g	4g	6g	10g	4g						
Cantidad de FI	51g	39g	50g	45	43g	51g	47g	49g	52g	45g	46g	53						
CARACTERÍSTICAS																		
Seco	exterior	exterior	no	exterior	no	exterior	no	no	exterior	no	no	no	no	no				
Húmedo	interior	interior	interior	interior	interior	interior	base	base	interior	base	base	base	base	base				
Oscurecimiento	no	base	base	base	si	no	base	si	si	si	si	si	si	base				
Amarrillamiento	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si				
Presencia de hongos	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no				
Presencia de insectos	no	no	no	moscos	no	moscos	no	moscos	no	moscos	no	no	no	no				
Mal olor	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no				
Ningún Cambio																		
OBSERVACIONES																		

Los bolsillos 22 y 18 presentan filtraciones en el bolsillo, en cuanto a los bolsillos inferiores, se mantienen húmedos casi durante todo el día. Es evidente el oscurecimiento del no tejido, ya sea en la base, borde o toda el área del bolsillo, misma que revela humedad al tacto. No existe mal olor pero se observan moscos pequeños en las plantas caléndulas y ojo de poeta. Se observa también, acumulación de polvo en el borde de malla que cubre la canaleta.

The external garden showed negative results in terms of the survival of the plants during the first weeks of observation, since 50% of the plants managed to stay alive in the climate of the city of Quito. The deaths of most of them are due to the following reasons.

Poor hydration the amount of water supplied was insufficient.

Sudden changes in temperature generally in Guamaní night, a sector in which the experiment was conducted, are generally very cold, with sunny mornings and rainy afternoons even with hail.

Plant stress, because to be located in the garden, all the land of his roots should retire and then be placed in an unknown substrate without natural minerals.

Approximately 8 months of planting new plants, is notorious for the presence of fungi and insects in each of the pockets of outdoor garden; equally and due to the accumulation of moisture, the fibers have become dark and molds; on the contrary, internal pockets keep its color despite has elapsed approximately one year from their use, usually the base stays wet retains a slight darkening without malodor.



Fig. 17. Nonwoven pockets about a year of start of experiment, internal garden (left) and external garden (right).

During the months of observation of each of the natural substrates, a change was evident in the behavior of sisal fiber and cotton fibers gradually deteriorate after long hours of exposure to sunlight, and oxidized becoming you yellowed losing strength and endurance.

Frost, low temperatures, hail and days of intense sun, were complicating factors against the adaptability of many of the outer vertical garden plants, in turn eroding the surface layer of silicone that covered every pocket.

With monitoring and observation of the gardens, it was concluded that a surface finish of silicone to the fibers of sisal, plus a molded steam, allows hardening and permanence shape pocket, giving initially also some protection against insects.

The life of the hanging gardens is estimated over a period of two years for the interior, and one for the exterior; This is because only a thin layer of silicone impregnated in the surface of the pocket, so degradation processes were not delayed at all fibers have not fully consolidated.

A vertical indoor garden is the best choice if you do not have much time to meet the plants as an external vertical garden requires more dedication and care.

Prolonged UV and retained moisture, wear and exposure accelerate decomposition sisal fibers.

The amount of cotton placed inside pockets sisal, allowing

retain more moisture, no influence regarding the survival of plants refers; as evidenced by the case of Marsilea in any of the pockets 6 and 10 g of CO could adapt, but nevertheless, marigolds were kept very well in pockets 6 and 4 g of CO.

The sisal fiber is about 60% cellulose, so it can be harnessed as an excellent textile fertilizer, and similarly cotton (92%).

It was concluded that by using rainwater, the appearance of plants improved considerably, giving more greenery unlike chlorinated water irrigation.

RECOMMENDATIONS

During brushing curtains sisal fibers, it is recommended to use personal protective equipment such as masks, gloves and goggles, as many of the woody parts that come off of the fibers can be inhaled or swallowed.

In the steaming process, both the mesh sisal as with nonwoven samples, caution must be used with the steam table, because water vapor out thoroughly and if the body is very close to it, you can burn face and hands .

If you don't have a source of natural light near the indoor garden, a lamp and white light bulb can be the alternative.

Initiates degradation processes sisal fibers, it is recommended to remove the pocket garden and transplant it in a flower pot so that the natural fibers are added and allow the plant to grow naturally with the supply of nutrients.

To prolong the durability of the natural substrate, structures vertical gardens, it is recommended to investigate antibacterial treatments that can be applied directly to the fiber and allow better performance of the gardens with this variant of substrate.

It is recommended that both the industry and universities find alternative uses of sisal fiber and cotton as this initiative.

REFERENCES

- [7] R. Fernández, N. Pérez, S. Quevedo, L. Pérez y A. Franco, "Ajardinamiento de fachadas y jardines verticales: otras formas de jardinería aplicadas a un desarrollo urbano más sostenible". *I Simposio Iberoamericano- IV Jornadas Ibéricas de Horticultura Ornamental*, Pontevedra, (págs. 231-236). 2008
- [8] C. Checa, y F. Jurado, "Mejoramiento de la Calidad de la Fibra de Cabuya y su Aplicación". Tesis Previa a la Obtencion del Título de Ingeniería textil, Universidad Técnica del Norte, Ibarra. 2002.
- [9] M. Vásquez, "Reciclaje de Residuos de Café y Cabuya en la Elaboracion de Tableros Compuestos en Base de Resinas Úrea-formaldehído (UF)". Tesis de Grado Previa a la Obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria, PUCE-SI, Ibarra. 2011.
- [10] H. Haro, "Normalización de Parámetros en las variables que Inciden en la Calidad de la Tela Jersey, Mezcla Algodon 30/1 /Elastano 40Denier, Colores Oscuros, en el Proceso de Prefijado y Termofijado, en la Empresa ASOTEXTIL". Tesis de Pregrado, UTN, Ibarra, 2011.
- [11] P. Benalcázar, "Implementación de un proceso de elaboracion de hilo 20/1 Ne Open End, utilizando la fibra corta recuperada en la Planta de Hilatura de la Empresa Textil San Pedro", Tesis de Grado, UTE, Quito, 2004.
- [12] Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Tecnicos, Non-Woven. Manual de Tejidos No-Tejidos (Manual Técnico). A. Borovich, Ed. 2005.

BIOGRAPHY



Esther P. Cano. She was born on April 5, 1989 in the city of Ibarra, capital of the province of Imbabura, Ecuador. His primary studies realized in the School Maria Angelica Idrobo; he graduated from high school in the specialty of Physical-Mathematician at the Sacred Heart College of the Sisters Bethlemitas. In 2009, he entered the race Textile Engineering at the Technical University of the North to complete their university studies. She is very interested in the application of textiles in the design and completion of interior spaces, the search for new alternatives and ecological use of fibers and experiment with new alternatives ecodesign.