



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA TEXTIL**

**TEMA:**

**“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”**

AUTOR: Esther Paola Cano Villarreal

DIRECTOR: Ing. Fernando Javier Fierro Ramos

**Ibarra – Ecuador**

**2016**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional determina la necesidad de disponer textos completos en forma digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad. Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual se pone a disposición la siguiente información.

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100318454-4		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Cano Villarreal Esther Paola		
<b>DIRECCIÓN:</b>	José Mejía 7-34 y Sánchez y Cifuentes		
<b>EMAIL:</b>	ades.hibrid.girl.tg@gmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	062-645-024	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0996524255

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	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
<b>AUTOR :</b>	Paola Cano
<b>FECHA:</b>	2016 -04-01
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera Textil
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. Fernando Javier Fierro Ramos

#### 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Esther Paola Cano Villarreal con cédula de identidad No 100318454-4, en calidad de autor del trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica Del Norte, la publicación de la obra en Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la biblioteca de la Universidad con fines académicos para ampliar la disponibilidad de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la ley de Educación Superior Artículo 144.

### 3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original, y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, al 01 día del mes de abril de 2016

EL AUTOR:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'ESTHER PAOLA CANO VILLARREAL', is written over a light blue grid background. The signature is stylized and cursive.

.....  
Firma

NOMBRE: ESTHER PAOLA CANO VILLARREAL

CEDULA: 1003184544

Ibarra, Abril del 2016



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A  
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Esther Paola Cano Villarreal, con Cédula de identidad Nro. 1003184544, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la ley de propiedad intelectual del Ecuador, artículos 4, 5, 6, en calidad de autor del trabajo de grado denominado: "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", que ha sido desarrollada para optar por el título de: Ingeniera TEXTIL en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

.....  
Firma

NOMBRE: ESTHER PAOLA CANO VILLARREAL

CEDULA: 1003184544

Ibarra, Abril del 2016



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CERTIFICACIÓN**

Ing. Fernando Fierro Director de la Tesis de Grado desarrollado por la señorita estudiante ESTHER PAOLA CANO VILLARREAL

**CERTIFICA**

Que, el Proyecto de Tesis de grado titulado “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”, ha sido desarrollada y terminada en su totalidad por la señorita estudiante Esther Paola cano Villarreal bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniera Textil. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Textil, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgada por el tribunal correspondiente.

Ing. Fernando Fierro  
DIRECTOR DE PROYECTO



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS**

**DECLARACIÓN**

YO, Esther Paola Cano Villarreal, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; y que éste no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la Universidad Técnica del norte, según lo establecido por las Leyes de la Propiedad Intelectual, Reglamentos y Normativa vigente de la Universidad Técnica del Norte.

.....  
Firma

NOMBRE: ESTHER PAOLA CANO VILLARREAL

CEDULA: 1003184544

Ibarra, Abril del 2016



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo inspirado en la naturaleza a mi amado Papito Marco Vinicio, quien con su ejemplo de paciencia, honestidad y determinación confió plenamente en mi todos estos años de vida estudiantil, por su inagotable apoyo y su cálido afecto este proyecto va dirigido con mucho cariño a Él. Gracias Papá.

Paola



## **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

### **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

#### **AGRADECIMIENTO**

En honor a mis días como estudiante universitaria, mi corazón siente gratitud hacia mi Padre Celestial, pues Él con su bendición, hizo de mi anhelo una feliz realidad; a mis queridos Papitos también les agradezco enormemente el esfuerzo y la dedicación, la confianza y el ánimo que depositaron en mí para la culminación de mi carrera; a mi abuelita Carmen y a mi difunto abuelito Mesías quienes con su cariño me supieron apoyar en los momentos más difíciles.

De todo corazón les agradece:

Paola



## ÍNDICE GENERAL

<b>AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</b>	<b>I</b>
<b>CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</b>	<b>III</b>
<b>CERTIFICACIÓN</b>	<b>IV</b>
<b>DECLARACIÓN</b>	<b>V</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>VI</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>XII</b>
<b>ÍNDICE DE IMÁGENES</b>	<b>XIV</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>XIX</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b>	<b>XXII</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XXV</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>XXVI</b>
<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>XXVII</b>
<b>CAPITULO I</b>	<b>1</b>
<b>1 JARDINES VERTICALES</b>	<b>1</b>
1.1 GENERALIDADES	1
1.2 CLASIFICACION	1
1.2.1 FACHADAS VERDES (AJARDINAMIENTO DE FACHADAS)	2
1.2.2 MUROS VERDES (LIVING WALLS O GREEN WALLS)	3
1.3 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	9
1.3.1 SISTEMA F+P	9
1.3.2 SISTEMA LEAF.BOX	10
1.3.3 SISTEMA ECO.BIN	10
1.3.4 SISTEMA NÉBULA	11
1.3.5 SISTEMA AIRE ACONDICIONADO VEGETAL	12
1.4 BENEFICIOS	13
1.4.1 SALUD	13
1.4.2 MEDIO AMBIENTE	14
1.4.3 OTROS BENEFICIOS	15
<b>CAPITULO II</b>	<b>16</b>
<b>2 PLANTAS ORNAMENTALES</b>	<b>16</b>

2.1	PLANTAS ORNAMENTALES	16
2.2	GENERALIDADES	16
2.3	EXTERIORES E INTERIORES	17
2.4	PLANTAS ORNAMENTALES ADECUADAS PARA JARDINES VERTICALES	17
2.4.1	PLANTAS EPIFITAS	17
<b>CAPITULO III</b>		<b>26</b>
<b>3</b>	<b>LA CABUYA</b>	<b>26</b>
3.1	GENERALIDADES	26
3.2	ORIGEN Y DESCRIPCIÓN	26
3.3	VARIEDADES	26
3.3.1	VARIEDAD FOURCRAEA ANDINA.	28
3.4	CARACTERÍSTICAS DE LA CABUYA	31
3.4.1	CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS	31
3.4.2	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	33
3.5	COMPOSICIÓN QUÍMICA	35
3.6	USOS Y APLICACIONES	35
<b>CAPITULO IV</b>		<b>38</b>
<b>4</b>	<b>EL ALGODÓN</b>	<b>38</b>
4.1	GENERALIDADES	38
4.2	COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ESTRUCTURA MOLECULAR	40
4.3	PROPIEDADES.	41
4.3.1	PROPIEDADES FÍSICAS	41
4.3.2	PROPIEDADES QUÍMICAS.	43
4.4	ALGODÓN RECICLADO	44
4.4.1	CARACTERÍSTICAS	44
<b>CAPITULO V</b>		<b>46</b>
<b>5</b>	<b>NO-TEJIDOS</b>	<b>46</b>
5.1	DEFINICIÓN DE NO-TEJIDOS	46
5.2	CLASIFICACIÓN DE LOS NO-TEJIDOS	46
5.2.1	POR GRAMAJE	47
5.2.2	CLASIFICACIÓN POR FORMACIÓN DE LA MANTA (WEB FORMING)	47
5.2.3	POR CONSOLIDACIÓN DE LA MANTA (WEB BONDING)	50
5.2.4	POR TRANSFORMACIÓN, ACABADO Y/O CONVERSIÓN DEL NO-TEJIDO (FABRIC FINISHING / CONVERTING)	53
5.2.5	POR LAS MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS	54
5.3	ACABADO SUPERFICIAL DEL NO TEJIDO	54
5.4	APLICACIONES Y USOS FINALES DE LOS NO TEJIDOS	57
5.4.1	PRINCIPALES APLICACIONES DE NO TEJIDOS	59

## **CAPITULO VI** **60**

### **6 ELABORACIÓN DEL NO TEJIDO EN MEZCLA DE CABUYA Y**

#### **ALGODÓN RECICLADO** **60**

<b>6.1</b>	<b>ADQUISICIÓN DEL MATERIAL</b>	<b>60</b>
<b>6.2</b>	<b>SELECCIÓN DE LAS FIBRAS</b>	<b>61</b>
<b>6.3</b>	<b>ELABORACIÓN DEL SUSTRATO NO-TEJIDO DE CABUYA/ALGODÓN</b>	<b>61</b>
<b>6.4</b>	<b>PROCESO DE ELABORACIÓN DEL SUSTRATO NO-TEJIDO</b>	<b>63</b>
<b>6.5</b>	<b>ELABORACIÓN DE LOS BOLSILLOS NO-TEJIDOS</b>	<b>63</b>
6.5.1	PREPARACIÓN DEL MATERIAL DE CABUYA	64
6.5.2	REMOJO Y ESCURRIDO	64
6.5.3	CEPILLADO ELIMINACIÓN DE IMPUREZAS Y PARALIZACIÓN	65
6.5.4	PESAJE	66
6.5.5	PREPARACIÓN DEL MATERIAL DE ALGODÓN RECICLADO	67
6.5.6	CONFORMACIÓN DEL SUSTRATO NO-TEJIDO CABUYA / ALGODÓN	67
6.5.7	ACABADO SUPERFICIAL: ADHESIVO DE SILICONA	67
6.5.8	SECADO	69
6.5.9	COSIDO	69
6.5.10	MOLDEADO	70
6.5.11	ACABADO Y COSTURA DE REFUERZO DE LOS BOLSILLOS	73
6.5.12	PESAJE DE LAS MUESTRAS	73
<b>6.6</b>	<b>MALLA BASE DEL SUSTRATO NATURAL</b>	<b>74</b>
<b>6.7</b>	<b>CONFECCIÓN DEL SUSTRATO NATURAL</b>	<b>75</b>
6.7.1	RECOGIDA DEL AGUA (CANALETA)	76
6.7.2	SUSTRATO NATURAL DEL JARDÍN INTERIOR	77
6.7.3	SUSTRATO NATURAL DEL JARDÍN EXTERIOR	87

## **CAPITULO VII** **94**

### **7 ELABORACION DEL JARDÍN VERTICAL Y ADAPTACIÓN DEL**

#### **NO-TEJIDO EN EL MONTAJE DE LA ESTRUCTURA** **94**

<b>7.1</b>	<b>DISEÑO Y MONTAJE DEL JARDÍN VERTICAL</b>	<b>94</b>
<b>7.2</b>	<b>JARDÍN VERTICAL EN INTERIORES</b>	<b>94</b>
7.2.1	ASPECTOS BÁSICOS EN LA CONCEPCIÓN DEL JARDÍN	94
7.2.2	IMPERMEABILIZACIÓN Y SUSPENSIÓN	95
7.2.3	ADAPTACIÓN DEL SUSTRATO NATURAL	96
7.2.4	SUMINISTRO DE AGUA Y NUTRIENTES	98
7.2.5	RECOGIDA DEL AGUA	99
7.2.6	PLANTACIÓN	99
<b>7.3</b>	<b>JARDÍN VERTICAL EN EXTERIORES</b>	<b>102</b>
7.3.1	ASPECTOS BÁSICOS EN LA CONCEPCIÓN DEL JARDÍN	102
7.3.2	PANEL DE SOPORTE E IMPERMEABILIZACIÓN	103
7.3.3	ADAPTACIÓN DEL SUSTRATO NATURAL	105
7.3.4	SUMINISTRO DE AGUA Y NUTRIENTES	109
7.3.5	RECOGIDA DEL AGUA	109

7.3.6	ESTRUCTURA DE SUSPENSIÓN	110
7.3.7	PLANTACIÓN	111
<b>CAPITULO VIII</b>		<b>113</b>
<b>8 ADAPTABILIDAD DE LAS PLANTAS ORNAMENTALES</b>		<b>113</b>
8.1	GENERALIDADES	113
8.2	MANTENCIÓN Y CUIDADOS	114
8.3	ADAPTACIÓN DE LAS PLANTAS ORNAMENTALES EN EL INTERIOR DE VIVIENDAS	114
8.3.1	PARÁMETROS	115
8.3.2	ESTADO DE LAS HOJAS Y FLORES	116
8.3.3	INFLUENCIA DIRECTA / INDIRECTA DE LUZ	120
8.4	ADAPTACIÓN DE LAS PLANTAS ORNAMENTALES EN CONDICIONES EXTERNAS	124
8.4.1	PARÁMETROS	124
8.4.2	ESTADO DE HOJAS Y FLORES: TABLA 33 RESULTADOS DE OBSERVACIÓN DE HOJAS Y FLORES DE JARDÍN VERTICAL EXTERNO PRIMERA SEMANA	125
8.4.3	INFLUENCIA DIRECTA O INDIRECTA DE LUZ	129
<b>CAPITULO IX</b>		<b>133</b>
<b>9 COMPORTAMIENTO Y DURABILIDAD DEL NO-TEJIDO EN CONDICIONES AMBIENTALES EXTERNAS E INTERNAS.</b>		<b>133</b>
9.1	GENERALIDADES	133
9.2	NUMERO DE MUESTRAS	134
9.2.1	EN INTERIORES	134
9.2.2	EN AMBIENTES DE EXTERIORES	139
<b>CAPITULO X</b>		<b>144</b>
<b>10ANÁLISIS DE COSTOS</b>		<b>144</b>
10.1	COTIZACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	144
10.1.1	MATERIA PRIMA Y ORNAMENTALES	144
10.1.2	MATERIALES CONSTRUCTIVOS	145
10.1.3	HERRAMIENTAS	146
10.1.4	SERVICIOS	146
10.1.5	MANO DE OBRA	147
10.1.6	COSTOS VARIOS	148
10.1.7	COSTO TOTAL DE LA INVERSIÓN	148
<b>CONCLUSIONES</b>		<b>149</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>		<b>152</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>		<b>154</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>159</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> MFO Park, Zurich, Switzerland .....	3
<b>Figura 2</b> Esquemas de Sistemas Pasivos .....	4
<b>Figura 3</b> G-Sky Green Wall, Sistema de Jardinería Vertical.....	5
<b>Figura 4</b> Lifewall: Jardín Vertical de Paneles Modulares .....	5
<b>Figura 5</b> Estructura del Sistema Pasivo Avanzado. Terapia Urbana .....	8
<b>Figura 6</b> Sistema Activo. (4 de Octubre de 2011)Terapia Urbana .....	9
<b>Figura 7</b> Sistema f+p .....	9
<b>Figura 8</b> Sistema leaf.box.....	10
<b>Figura 9</b> Sistema Eco-bin .....	11
<b>Figura 10</b> Sistema Nébula .....	12
<b>Figura 11</b> Sistema Aire Acondicionado Vegetal.....	13
<b>Figura 12</b> Surculosa Dracaena Sanderiana Gol 3 .....	23
<b>Figura 13</b> Características Físicas de la Cabuya .....	34
<b>Figura 14</b> Composición Química .....	35
<b>Figura 15</b> Planta del Algodonero .....	38
<b>Figura 16</b> Algodón .....	39
<b>Figura 17</b> Composición Química del Algodón.....	40
<b>Figura 18</b> Fórmula de la Celulosa.....	41
<b>Figura 19</b> La Fibra de Algodón .....	41
<b>Figura 20</b> No Tejido.....	47
<b>Figura 21</b> Tejido.....	46
<b>Figura 22</b> Clasificación por gramaje (peso por unidad de superficie) .....	47
<b>Figura 23</b> Proceso de fabricación vía carda, consolidación por agujas .....	47
<b>Figura 24</b> Proceso de fabricación vía aérea / flujo de aire (Air Laid) .....	48
<b>Figura 25</b> Proceso de fabricación por vía húmeda .....	48
<b>Figura 26</b> Proceso de fabricación Spunweb / Spunbond.....	49
<b>Figura 27</b> Proceso de fabricación Meltblown.....	49
<b>Figura 28</b> Aguja .....	51
<b>Figura 29</b> Proceso de consolidación por agujas .....	50
<b>Figura 30</b> Proceso de consolidación Spunlaced.....	51
<b>Figura 31</b> Proceso de consolidación por costura (Slichbonded).....	51

<b>Figura 32</b> Proceso de consolidación por resinado a través de impregnación (Saturation bonding).....	52
<b>Figura 33</b> Proceso de consolidación por resinado a través de spray o pulverización (Spray bonding) y a través de espuma (Foam bonding).....	52
<b>Figura 34</b> Proceso de consolidación por calandrado (Calender bonding) .....	53
<b>Figura 35</b> Proceso de consolidación por el pasaje de aire caliente en un cilindro perforado (Through-Air bonding) .....	53
<b>Figura 36</b> Foto ampliada de un no tejido perforado .....	55
<b>Figura 37</b> Foto ampliada de un no tejido resinado.....	56
<b>Figura 38</b> Foto ampliada de un no tejido calandrado.....	56
<b>Figura 39</b> Cosido con hilos.....	58
<b>Figura 40</b> Cosido sin inserción de hilos .....	57
<b>Figura 41</b> Liso.....	59
<b>Figura 42</b> Abierto.....	57
<b>Figura 43</b> Flujograma de Elaboración del bolsillo No-tejido con fibras de Cabuya y Algodón .....	62
<b>Figura 44</b> Flujograma de Elaboración de la base del sustrato natural.....	63
<b>Figura 45</b> Flujograma de Elaboración del sustrato natural. ....	63
<b>Figura 46</b> Malla exterior (distribución de áreas).....	90

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1</b>	Selección de la paca de Cabuya.....	64
<b>Imagen 2</b>	Apertura de la paca de Cabuya.....	64
<b>Imagen 3</b>	Remojo de la cortina de fibras.....	65
<b>Imagen 4</b>	Escurrido de la cortina de fibras.....	65
<b>Imagen 5</b>	Malla de Cabuya cepillada.....	65
<b>Imagen 6</b>	Sección de la malla cepillada.....	65
<b>Imagen 7</b>	Mechón de Cabuya cepillada.....	66
<b>Imagen 8</b>	Mechón de cabuya y cepillo metálico.....	66
<b>Imagen 9</b>	Mechón de Cabuya de un bolsillo.....	66
<b>Imagen 10</b>	Muestra de 10g de algodón.....	67
<b>Imagen 11</b>	Cortina de cabuya y adhesivo de silicona;.....	68
<b>Imagen 12</b>	Materiales empleados.....	68
<b>Imagen 13</b>	Colocación del adhesivo de silicona.....	68
<b>Imagen 14</b>	Fibras de cabuya y algodón consolidadas.....	68
<b>Imagen 15</b>	Muestra de no-tejido recién doblada.....	69
<b>Imagen 16</b>	Muestra respuntada en máquina recta;.....	69
<b>Imagen 17</b>	Varias muestras siendo respuntadas.....	69
<b>Imagen 18</b>	Área no-tejida respuntada.....	70
<b>Imagen 19</b>	Varias muestras terminadas.....	70
<b>Imagen 20</b>	Medición de la temperatura.....	70
<b>Imagen 21</b>	Valor de temperatura del tubo de vapor.....	70
<b>Imagen 22</b>	Moldeado de la base del bolsillo.....	71
<b>Imagen 23</b>	Base de bolsillos señaladas.....	71
<b>Imagen 24</b>	Toma de la temperatura.....	71
<b>Imagen 25</b>	Temperatura de la vaporizadora.....	71
<b>Imagen 26</b>	Ablandamiento de la muestra.....	72
<b>Imagen 27</b>	Ablandamiento de la muestra.....	72
<b>Imagen 28</b>	Moldeado del bolsillo.....	72
<b>Imagen 29</b>	Inmovilización del bolsillo.....	72
<b>Imagen 30</b>	Bolsillo inmovilizado.....	73
<b>Imagen 31</b>	Costura del bolsillo no-tejido.....	73

<b>Imagen 32</b>	Mallas tejidas de Cabuya y materiales requeridos.....	74
<b>Imagen 33</b>	Medición de distancias.....	75
<b>Imagen 34</b>	Prueba de distancias.....	75
<b>Imagen 35</b>	Agrupación de los elementos que conforman el sustrato natural (base y bolsillos).....	76
<b>Imagen 36</b>	Tubo de PVC cortado a la mitad.....	76
<b>Imagen 37</b>	Canaletas y tapas plásticas.....	76
<b>Imagen 38</b>	Pesaje de canaleta .....	77
<b>Imagen 39</b>	Tira soporte de bolsillos .....	77
<b>Imagen 40</b>	Materiales .....	77
<b>Imagen 41</b>	Costura de Bolsillos en la Tira .....	77
<b>Imagen 42</b>	Unión de bolsillos .....	78
<b>Imagen 43</b>	Costura en pespunte.....	78
<b>Imagen 44</b>	Vista frontal superior de los bolsillos.....	78
<b>Imagen 45</b>	Vista trasera del resultado.....	78
<b>Imagen 46</b>	Tira modelo de bolsillo terminada .....	78
<b>Imagen 47</b>	Pesaje de las tiras de bolsillos.....	78
<b>Imagen 48</b>	Medición del ancho de los tirantes .....	79
<b>Imagen 49</b>	Costura de Tirantes.....	79
<b>Imagen 50</b>	Vaporizado de los tirantes.....	80
<b>Imagen 51</b>	Comprobación del largo de los tirantes.....	80
<b>Imagen 52</b>	Saco de Cabuya.....	80
<b>Imagen 53</b>	Costura de los marcos laterales del sustrato .....	80
<b>Imagen 54</b>	Malla tejida antes de Vaporizar .....	81
<b>Imagen 55</b>	Vaporizado de la malla base.....	81
<b>Imagen 56</b>	Vaporizado de la Malla.....	81
<b>Imagen 57</b>	Doblado y corrección marcos superior y laterales .....	81
<b>Imagen 58</b>	Vaporización de la malla.....	82
<b>Imagen 59</b>	Malla base Vaporizada.....	82
<b>Imagen 60</b>	Malla base con los tirantes.....	82
<b>Imagen 61</b>	Ubicación de la canaleta en la malla .....	82
<b>Imagen 62</b>	Pesaje de malla base.....	83
<b>Imagen 63</b>	Elementos que conforman el Sustrato .....	83



<b>Imagen 64</b>	Costura de las tiras de bolsillos.....	83
<b>Imagen 65</b>	Costura de las Tiras de Bolsillos.....	83
<b>Imagen 66</b>	Costura de bolsillos concluida .....	84
<b>Imagen 67</b>	Medición base del sustrato .....	84
<b>Imagen 68</b>	Colocación del tubo de pecera .....	84
<b>Imagen 69</b>	Colocación del tubo de pecera .....	84
<b>Imagen 70</b>	Costura de puntos soporte del tubo.....	85
<b>Imagen 71</b>	Costura del marco superior de la malla .....	85
<b>Imagen 72</b>	Costura frontal .....	85
<b>Imagen 73</b>	Costura posterior.....	85
<b>Imagen 74</b>	Vista Frontal.....	86
<b>Imagen 75</b>	Vista Posterior.....	86
<b>Imagen 76</b>	Tira soporte de bolsillos .....	87
<b>Imagen 77</b>	Materiales .....	87
<b>Imagen 78</b>	Costura de Bolsillos en la Tira .....	87
<b>Imagen 79</b>	Costura de tiras de malla .....	88
<b>Imagen 80</b>	Saco de Cabuya.....	89
<b>Imagen 81</b>	Vaporización del saco de cabuya .....	89
<b>Imagen 82</b>	Vaporizado del saco de cabuya .....	89
<b>Imagen 83</b>	Saco de cabuya vaporizado .....	89
<b>Imagen 84</b>	Elementos que conforman el Sustrato .....	91
<b>Imagen 85</b>	Elementos que conforman el Sustrato; .....	91
<b>Imagen 86</b>	Tiras de bolsillos cosidas.....	91
<b>Imagen 87</b>	Costura de malla.....	92
<b>Imagen 88</b>	Sustrato natural externo terminado.....	92
<b>Imagen 89</b>	Materiales impermeabilizantes.....	95
<b>Imagen 90</b>	Colocación del plástico.....	96
<b>Imagen 91</b>	Comprobación del tubo de cortina .....	96
<b>Imagen 92</b>	Costura del plástico.....	96
<b>Imagen 93</b>	Sustrato natural impermeabilizado .....	96
<b>Imagen 94</b>	Colocación de los soportes de cortina.....	97
<b>Imagen 95</b>	Nivelación de los soportes de cortina.....	97
<b>Imagen 96</b>	ubicación del jardín colgante .....	97

<b>Imagen 97</b>	Vista lateral del jardín.....	98
<b>Imagen 98</b>	Vista frontal del jardín.....	98
<b>Imagen 99</b>	Kit de aeración de pecera.....	98
<b>Imagen 100</b>	Adaptación del tubo de pecera.....	99
<b>Imagen 101</b>	Envase para el riego del jardín.....	99
<b>Imagen 102</b>	Cabuya y Algodón para relleno.....	99
<b>Imagen 103</b>	Plantas ornamentales.....	100
<b>Imagen 104</b>	Separando las raíces de la tierra.....	100
<b>Imagen 105</b>	Lavado de las raíces.....	101
<b>Imagen 106</b>	Cobertura de la raíz con algodón.....	101
<b>Imagen 107</b>	Colocación de las plantas.....	101
<b>Imagen 108</b>	Relleno de cabuya.....	101
<b>Imagen 109</b>	Jardín vertical terminado.....	102
<b>Imagen 110</b>	Pintura en spray para madera.....	103
<b>Imagen 111</b>	Panel de madera.....	104
<b>Imagen 112</b>	Pintura del panel.....	104
<b>Imagen 113</b>	Secado de la pintura.....	104
<b>Imagen 114</b>	Panel totalmente seco.....	104
<b>Imagen 115</b>	Materiales en elaboración del jardín.....	105
<b>Imagen 116</b>	Medición del plástico de mica.....	105
<b>Imagen 117</b>	Panel impermeabilizado.....	105
<b>Imagen 118</b>	Grapas.....	106
<b>Imagen 119</b>	Sustrato terminado.....	106
<b>Imagen 120</b>	Costura de canaleta y marcos laterales.....	106
<b>Imagen 121</b>	Pespunte de la tira de malla.....	106
<b>Imagen 122</b>	Colocación de la manguera de pecera.....	106
<b>Imagen 123</b>	Costura de la manguera.....	107
<b>Imagen 124</b>	Costura de la manguera.....	107
<b>Imagen 125</b>	Costura borde inferior.....	107
<b>Imagen 126</b>	Costura borde inferior.....	107
<b>Imagen 127</b>	Inmovilización del sustrato en el panel.....	108
<b>Imagen 128</b>	Colocación de grapas.....	108
<b>Imagen 129</b>	Colocación de grapas.....	108

<b>Imagen 130</b>	Sustrato grapado (vista trasera).....	108
<b>Imagen 131</b>	Vista frontal del jardín .....	108
<b>Imagen 132</b>	Perforación de la manguera .....	109
<b>Imagen 133</b>	Sacadora de grapas.....	109
<b>Imagen 134</b>	Bisagra.....	110
<b>Imagen 135</b>	Bisagras desarmadas .....	110
<b>Imagen 136</b>	Corte .....	110
<b>Imagen 137</b>	Pulido.....	110
<b>Imagen 138</b>	Láminas metalizas.....	110
<b>Imagen 139</b>	Moldeado .....	110
<b>Imagen 140</b>	Colocación de los soportes.....	111
<b>Imagen 141</b>	Soportes colocados.....	111
<b>Imagen 142</b>	Plantas ornamentales.....	111
<b>Imagen 143</b>	Separación de la tierra.....	111
<b>Imagen 144</b>	Lavado de las raíces .....	112
<b>Imagen 145</b>	Sustrato ajardinado.....	112
<b>Imagen 146</b>	Pared externa.....	112
<b>Imagen 147</b>	Colocación del Jardín.....	112
<b>Imagen 148</b>	Jardín terminado .....	112
<b>Imagen 149</b>	Ingreso al Vivero los Arupos .....	113
<b>Imagen 150</b>	Jeny Sanguano.....	113
<b>Imagen 151</b>	Variedad de Plantas.....	113
<b>Imagen 152</b>	Compra de ornamentales .....	113
<b>Imagen 153</b>	Suplemento Hidropónico.....	114
<b>Imagen 154</b>	Suministro de nutrientes.....	114
<b>Imagen 155</b>	Fibras de Cabuya.....	133
<b>Imagen 156</b>	Fibras de Cabuya.....	133
<b>Imagen 157</b>	Capa Superior.....	133
<b>Imagen 158</b>	<i>No tejido bolsillo jardín interno.....</i>	161
<b>Imagen 159</b>	<i>No tejido bolsillo jardín interno.....</i>	161

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Clasificación de los Jardines Verticales. ....	1
<b>Tabla 2</b> Variedades y Cuidados de las Tillandias .....	20
<b>Tabla 3</b> Requerimientos en el cuidado de las Tillandias .....	22
<b>Tabla 4</b> Cuidados de la Surculosa Dracaena.....	24
<b>Tabla 5</b> Requerimientos en el cuidado del Bambú Japonés .....	25
<b>Tabla 6</b> Variedades del Genero Furcraea .....	27
<b>Tabla 7</b> Categorías Taxonómicas .....	32
<b>Tabla 8</b> Aprovechamiento de la Cabuya .....	35
<b>Tabla 9</b> Productos Elaborados a Base de Hilos de Cabuya .....	37
<b>Tabla 10</b> Productos elaborados con desperdicios y fibras sueltas de cabuya .	37
<b>Tabla 11</b> Clasificación por la longitud de fibra.....	42
<b>Tabla 12</b> Finura de la fibra .....	42
<b>Tabla 13</b> Resistencia de las fibras de algodón.....	43
<b>Tabla 14</b> Propiedades Básicas de la Fibra de Algodón .....	44
<b>Tabla 15</b> Aplicaciones más importantes del mercado.....	58
<b>Tabla 16</b> Aplicaciones más importantes del mercado.....	58
<b>Tabla 17</b> Tabla Descriptiva de Peso por Bolsillo (Jardín 1) .....	73
<b>Tabla 18</b> <i>Tabla Descriptiva de Peso por Bolsillo (Jardín 2)</i> .....	74
<b>Tabla 19</b> Tabla Comparativa de Peso por Tira de Bolsillos .....	79
<b>Tabla 20</b> Características del Sustrato Natural elaborado.....	86
<b>Tabla 21</b> <i>Tabla Comparativa de Peso por Tira de Bolsillos</i> .....	88
<b>Tabla 22</b> Características del Sustrato Natural elaborado.....	93
<b>Tabla 23</b> Características de los materiales e insumos.....	95
<b>Tabla 24</b> Características de los materiales e insumos.....	103
<b>Tabla 25</b> Resultados de Observación de Hojas y Flores de Jardín Vertical Interno Primera Semana .....	116
<b>Tabla 26</b> Resultados de Observación de Hojas y Flores de Jardín Vertical Interno Tercera Semana .....	117
<b>Tabla 27</b> Resultados de Observación de Hojas y Flores de Jardín Vertical Interno Quinta Semana .....	118

<b>Tabla 28</b> Resultados de Observación de Hojas y Flores de Jardín Vertical Interno Séptima Semana.....	119
<b>Tabla 29</b> Resultados de Observación de la Influencia de la luz al Jardín Vertical Interno Primera Semana .....	120
<b>Tabla 30</b> Resultados de Observación de la Influencia de la luz al Jardín Vertical Interno Tercera Semana .....	121
<b>Tabla 31</b> Resultados de Observación de la Influencia de la luz al Jardín Vertical Interno Quinta Semana .....	122
<b>Tabla 32</b> Resultados de Observación de la Influencia de la luz al Jardín Vertical Interno Séptima Semana.....	123
<b>Tabla 33</b> Resultados de Observación de Hojas y Flores de Jardín Vertical Externo Primera Semana .....	125
<b>Tabla 34</b> Resultados de Observación de Hojas y Flores de Jardín Vertical Externo Tercera Semana .....	126
<b>Tabla 35</b> Resultados de Observación de Hojas y Flores de Jardín Vertical Externo Sexta Semana .....	127
<b>Tabla 36</b> Resultados de Observación de Hojas y Flores de Jardín Vertical Externo Novena Semana .....	128
<b>Tabla 37</b> Resultados de Observación de la Influencia de la luz al Jardín Vertical Externo Primera Semana .....	129
<b>Tabla 38</b> Resultados de Observación de la Influencia de la luz al Jardín Vertical Externo Tercera Semana .....	130
<b>Tabla 39</b> Resultados de Observación de la Influencia de la luz al Jardín Vertical Externo Sexta Semana .....	131
<b>Tabla 40</b> Resultados de Observación de la Influencia de la luz al Jardín Vertical Externo Novena Semana .....	132
<b>Tabla 41</b> Resultados de Observación de los Bolsillos No-Tejidos en Condiciones Ambientales Internas Primera Semana .....	135
<b>Tabla 42</b> Resultados de Observación de los Bolsillos No-Tejidos en Condiciones Ambientales Internas Tercera Semana .....	136
<b>Tabla 43</b> Resultados de Observación de los Bolsillos No-Tejidos en Condiciones Ambientales Internas Quinta Semana .....	137
<b>Tabla 44</b> Resultados de Observación de los Bolsillos No-Tejidos en Condiciones Ambientales Internas Séptima Semana.....	138

<b>Tabla 45</b> Resultados de Observación de los Bolsillos No-Tejidos en Condiciones Ambientales Externas Primera Semana .....	140
<b>Tabla 46</b> <i>Resultados de Observación de los Bolsillos No-Tejidos en Condiciones Ambientales Externas Tercera Semana</i> .....	141
<b>Tabla 47</b> Resultados de Observación de los Bolsillos No-Tejidos en Condiciones Ambientales Externas Sexta Semana .....	142
<b>Tabla 48</b> <i>Resultados de Observación de los Bolsillos No-Tejidos en Condiciones Ambientales Externas Novena Semana</i> .....	143
<b>Tabla 49</b> Costo de Materia Prima y Ornamentales del Jardín Vertical Interno .....	144
<b>Tabla 50</b> Costo de Materia Prima y Ornamentales del Jardín Vertical Externo .....	144
<b>Tabla 51</b> Costo del Fertilizante (Mantenimiento del Jardín) .....	145
<b>Tabla 52</b> Costo de Materiales Constructivos (Jardín Interior) .....	145
<b>Tabla 53</b> Costo de Materiales Constructivos (Jardín Exterior) .....	145
<b>Tabla 54</b> Costo de Herramientas .....	146
<b>Tabla 55</b> Tiempo de Operaciones .....	146
<b>Tabla 56</b> Costo de Agua Requerida .....	146
<b>Tabla 57</b> Costo de Energía Requerida .....	147
<b>Tabla 58</b> Costo de Servicios Varios .....	147
<b>Tabla 59</b> Costo de Mano de Obra .....	147
<b>Tabla 60</b> Costos Varios .....	148
<b>Tabla 61</b> Costo Total de Inversión .....	148

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

**Adherencia.-** Unión física que resulta de haberse pegado una cosa con otra.

**Agostamiento.-** Marchitar, hacer que se extinga algo.

**Anclaje.-** Conjunto de elementos destinados a fijar algo firmemente.

**Árido.-** Seco, de poca humedad.

**Armazón.-** Pieza o conjunto de piezas unidas que presta estructura o sostén a algo.

**Automatización.-** Aplicación de procedimientos automáticos a un aparato, proceso o sistema.

**Biotopo.-** Territorio o espacio vital cuyas condiciones ambientales son las adecuadas para que en él se desarrolle una determinada comunidad de seres vivos.

**Capilaridad.-** Propiedad de atraer un cuerpo sólido y hacer subir por sus paredes hasta cierto límite el líquido que las moja, como el agua, y de repeler y formar a su alrededor un hueco o vacío con el líquido que no las moja, como el mercurio.

**Caudal.-** Cantidad de agua de una corriente, n verano el río baja con poco caudal. Abundancia de algo.

**Decibelios.-** Unidad de medida de intensidad sonora, correspondiente a la décima parte del belio, que se usa para expresar la relación entre dos potencias.

**Depuración.-** Limpieza, purificación.

**Enfundado.-** Poner una cosa dentro de su funda.

**Envolvente.-** Que envuelve o rodea algo.

**Epifito.-** [Vegetal] que vive sobre otra planta sin alimentarse a expensas de esta, como los musgos y líquenes.

**Exudación.-** Salida de una sustancia o un líquido a través de los poros o las grietas del recipiente que lo contiene.

**Fertirrigación.-** técnica que permite la aplicación simultánea de agua y fertilizantes a través del sistema de riego. Se trata por tanto de aprovechar los sistemas RLAF (Riegos Localizados de Alta Frecuencia) para aplicar los nutrientes necesarios a las plantas.

**Fibra textil.-** hebras susceptibles de ser usados para formar hilos, mediante hilado o por procesos físicos o químicos. Estructura básica de los materiales textiles. Se considera fibra textil cualquier material cuya longitud sea muy superior a su diámetro y que pueda ser hilado.

**Fieltro.-** Paño no tejido que resulta de prensar borra, lana o pelo.

**Filtro.-** Material poroso o dispositivo a través del cual se hace pasar un fluido para limpiarlo de impurezas o separar ciertas sustancias.

**Fototropismo.-** Reacción de movimiento de un organismo vegetal en respuesta a un estímulo luminoso.

**Geo-textil.-** material textil sintético plano formado por fibras poliméricas (polipropileno, poliéster o poliamidas), similar a una tela, de gran deformabilidad, empleada para obras de ingeniería en aplicaciones geotécnicas (en contacto con tierras y rocas), cuya misión es hacer las funciones de separación o filtración, drenaje, refuerzo o impermeabilización.

**Glamour.-** Atractivo, hechizo y fascinación.

**Hidropónico.-** método de cultivo industrial de plantas que en lugar de tierra utiliza únicamente soluciones acuosas con nutrientes químicos disueltos, y sustratos estériles (arena, grava, vidrio molido ...) como soporte de la raíz de las plantas: los cultivos hidropónicos son muy utilizados en zonas especialmente áridas.

**Impermeabilización.-** Preparación de un cuerpo para que no pueda ser penetrado por un líquido.

**Inorgánico.-** Sin vida orgánica; [Compuesto] mineral en el que no interviene el carbono como elemento fundamental.



**Lana de roca.-** perteneciente a la familia de las lanas minerales, es un material fabricado a partir de la roca volcánica. Se utiliza principalmente como aislamiento térmico y como protección pasiva contra el fuego en la edificación, debido a su estructura fibrosa multidireccional, que le permite albergar aire relativamente inmóvil en su interior.

**Material sintético.-** Producto de síntesis química, que consiste en el proceso de obtención de compuestos químicos partiendo de sustancias más simples.

**Nebulizador.-** Aparato que se emplea para pulverizar un líquido en gotas finísimas.

**Patologías.-** enfermedad.

**Periferia.-** Espacio que rodea un núcleo cualquiera.

**PLC.-** Controlador Lógico Programable, es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos.

**Polietileno.-** Polímero preparado a partir de etileno. Se emplea en la fabricación de tuberías, recubrimientos de cables, objetos moldeados, etc.

**Soleamiento.-** Acción de solear.

**Solución nutritiva.-** una disolución de sales y de ácidos que tratan de imitar a los nutrientes que se encuentran en el suelo y que, por lo tanto, debe de contener la totalidad de los nutrientes que logra capturar el suelo.

**Sustrato.-** Lugar que sirve de asiento a una planta o animal fijo; medio en el que se desarrollan una planta o un animal fijo: la planta de hinojo vive en un sustrato rocoso.

**Tierra vegetal.-** Tierra rica en materia orgánica que es adecuada para el cultivo de plantas.

**Tigmotropismo.-** es una respuesta direccional; o un movimiento de una planta al hacer contacto físico con un objeto sólido.

**Trasdosado.-** Placas delgadas fijadas a muros rígidos y gruesos para mejorar las prestaciones (aislamiento térmico y acústico).

## RESUMEN

La jardinería vertical permite el desarrollo y crecimiento de plantas en un plano vertical, su aprovechamiento va desde el ornamental, ahorro de energía, sector alimenticio y aislamientos acústico y térmico en construcciones. Los beneficios que genera el tener un jardín vertical principalmente se dan de forma indirecta y pueden ser ubicados tanto en interior como en exterior de viviendas u oficinas.

La adecuación de jardines en fachadas puede ser mediante el empleo de modernos sistemas de ajardinamiento o simplemente por métodos tradicionales utilizando plantas trepadoras; las plantas ideales en este tipo de estructuras son las de tipo aérea, sin embargo, si se utilizan otras variedades, los cuidados deben ser más rigurosos, de preferencia con sistemas automatizados en el control de humedad y riego.

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.

## **ABSTRACT**

Vertical gardening enables the development and growth of plants in a vertical plane, its use goes from the ornamental, energy saving, food industry and acoustic and thermal insulation in buildings. The benefits generated by having a vertical garden mainly occur indirectly and can be located both indoors and outside of homes or offices.

The adequacy of gardens in facades can be through the use of modern systems of landscaping or simply by traditional methods using creepers; ideal plants such structures are air type, however, if other varieties are used, care should be more rigorous, preferably with automated humidity control and irrigation systems.

For the preparation of a base substrate to replace the textile, geo essential in all vertical garden, natural fibers and recycled cotton white cabuya used. The process goes from the selection and preparation of raw materials, the development of pockets nonwoven manually, adequacy of the natural substrate, and finally, the location of the ornamental species in experimental models of vertical gardens.

For results and demonstrate the effectiveness of nonwoven physical changes in both indoor environments with indirect light and outdoor housing exposed to climatic changes were observed; taking into account both parameters similar models of care, research success is accompanied by the behavior of plants within the substrate, survival defines the ability of the nonwoven natural for vertical gardening in addition to the care required by the plant elements.

## **PRESENTACIÓN**

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.

A continuación se mencionan los capítulos presentes y la información que incluyen:

El **Capítulo I**, contiene información básica acerca de los jardines verticales y de los sistemas con los que actualmente se trabajan.

El **Capítulo II**, muestra información del tipo de plantas ornamentales ideales en jardines verticales.

El **Capítulo III**, trata acerca de las generalidades y características de la planta y fibra de cabuya.

El **Capítulo IV**, resume información fundamental de la fibra de algodón resaltando algunas características del algodón reciclado.

El **Capítulo V**, recopila información acerca de los no tejidos, procesos de elaboración, características y usos.

El **Capítulo VI**, describe el proceso de elaboración artesanal del sustrato natural que consta de unos bolsillos no-tejidos en mezcla de cabuya y algodón reciclado, y de la malla base que los sujetará.

En el **Capítulo VII** se elaboran los jardines verticales, de acuerdo a un diseño previo, adaptando el no-tejido natural (bolsillos y malla) como sustrato base en la estructura e impermeabilizándolos, además de la colocación de elementos necesarios tales como: conductos de irrigación, canaleta de recogida de agua y soportes.

El **Capítulo VIII**, contiene las tablas de observación sobre la adaptabilidad de las plantas ornamentales en su nuevo biotopo.

El **Capítulo IX**, muestra las tablas de observación de comportamiento y cambios del no-tejido en condiciones ambientales externas e internas.

El **Capítulo X**, detalla el costo de elaboración de los jardines verticales.

# CAPITULO I

## 1 JARDINES VERTICALES

### 1.1 GENERALIDADES

De manera conceptual, Fernández (2008) define a la jardinería vertical como “el cultivo o desarrollo de plantas en un plano esencialmente vertical”.

Dentro de la concepción de jardinería vertical están incluidos tanto el tradicional ajardinamiento o naturación 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 (...). (Fernández, 2008)

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” (Fernández, 2008).

### 1.2 CLASIFICACION

*Tabla 1 Clasificación de los Jardines Verticales.*

CLASIFICACION	Muros Verdes ( <i>Living Walls o Green Walls</i> )	Sis. Pasivos ( <i>Superficiales o Modulares</i> )
		Sis. Activos ( <i>Bio. Walls</i> )
	Fachadas Verdes ( <i>Ajardinamiento</i> )	

**Fuente:** Hidalgo, F. (4 de Octubre de 2011). Tecnologías de Naturación: Jardines Verticales y Techos Verdes. I Jornada Envoltentes tecnológicos. Sevilla, España. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=Y0obPsWTKxk>

### **1.2.1 FACHADAS VERDES (AJARDINAMIENTO DE FACHADAS)**

Fernández (2008) cita a Köler (1993), quien en sus investigaciones define el ajardinamiento de fachadas como “el recubrimiento de superficies verticales mediante el uso de plantas, normalmente plantadas en el suelo” (pág. 3). Hidalgo (2011), arquitecto de Terapia Urbana, se refiere a las fachadas verdes como “los sistemas más básicos de ajardinamiento de fachadas” pues a lo largo de la historia han estado presentes en los edificios creciendo desde la base del domicilio y enraizándose directamente sobre la fachada. Esta adherencia de especies trepadoras deriva como resultado a una serie de patologías y lesiones al cerramiento, que a su vez conllevan serios problemas de humedad.

En el mercado existe una gran oferta de diversos tipos de estructuras de soporte y fijación para dichas plantas, que permite realizar anclajes con seguridad. En general es necesario un mantenimiento regular mediante la poda periódica y la supervisión del desarrollo de las trepadoras, para evitar daños en las estructuras o en los muros. (Köhler, 1993)

Es necesario garantizar la disponibilidad de agua y de nutrientes a nivel del suelo, por lo que es indispensable un sistema de riego, y habitual abonado. Presentan el inconveniente de crecimiento muy lento a lo largo del tiempo, puesto que necesitan varios años para cubrir las superficies de fachadas que a diferencia de los muros verdes se consigue de manera instantánea.

Existen modelos más complejos de ajardinamiento de fachadas como el Maschinenfabrik Oerlikon Park que emplean sistemas de guía de naturación.

Un sistema de guiado acaba constituyendo la misma fachada del edificio pues se emplea una estructura metálica tensada y estructura bastante potente que define mucho la personalidad del proyecto y en el que la naturaleza acaba adquiriendo un protagonismo bastante relevante como parte del diseño que lidera la concepción, o sea que son sistemas que se han tenido en cuenta desde la concepción de ese proyecto. (Hidalgo F. , 2011)





**Figura 1** MFO Park, Zurich, Switzerland (FOTOGRAFÍA). 4 de Diciembre del 2012

**Fuente:** <http://www.landscapearchitecturedaily.com/?paged=17>

### **1.2.2 MUROS VERDES (LIVING WALLS O GREEN WALLS)**

Los muros vegetales o también conocidos como Living Walls o Green Walls, son el sistema de jardinería vertical más reciente y con más repercusión en el mundo de la jardinería; fueron desarrollados y patentados por el botánico francés Patrick Blanc, y son básicamente estructuras con un sistema de cultivo hidropónico en vertical. De acuerdo a Fernández (2008), Blanc (2006) afirma que este sistema está basado en la capacidad de muchas plantas de desarrollar un crecimiento epifito, creciendo sobre la superficie de las rocas, otras plantas, u otros objetos. Esto permite desarrollar muros vegetales con poco peso (menos de 30 kg por m<sup>2</sup>) y sin limitaciones en cuanto al tamaño.

El sistema patentado por Blanc toma en cuenta los siguientes elementos:

**Una estructura metálica**, normalmente unida al muro del edificio, que soporta al resto de componentes y crea una separación, garantizando así un eficiente aislamiento térmico y acústico de la edificación.

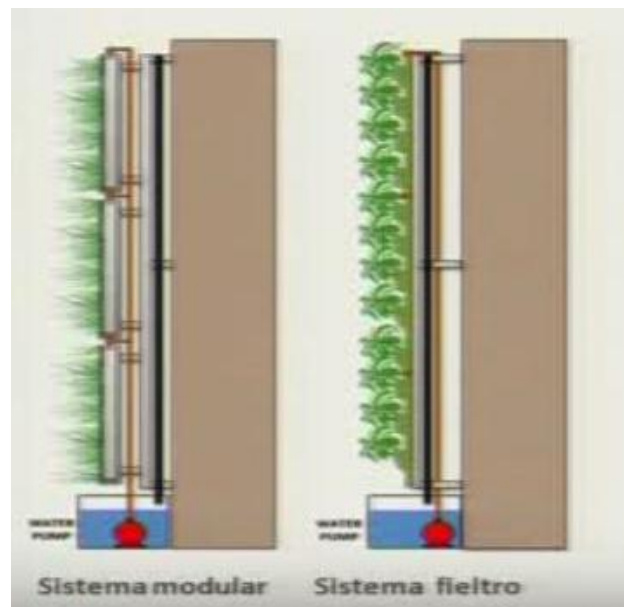
**Una lámina rígida de PVC de 1 cm. de grosor**, aportando rigidez a la estructura y asegurando una adecuada impermeabilización.

**Una capa de fieltro (poliamida)**, con gran capilaridad, permitiendo la distribución homogénea del agua de riego. Sobre esta capa se desarrollan las plantas que están instaladas en unas bolsas repartidas sobre la superficie.

“La estructura se riega desde la parte superior mediante un sistema de riego localizado que incluye fertilización periódica”. (Fernández, 2008)

### 1.2.2.1 Sistemas Pasivos (Superficiales o Modulares)

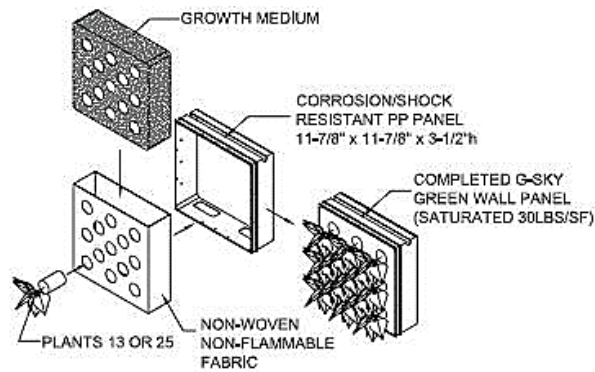
“Se denomina sistema pasivo porque consisten en un sistema de reverdecimiento de fachada que no implementa otro tipo de instalación” (Hidalgo F. , 2011). Básicamente, “consisten en un sistema de fachadas ajardinadas que nos permite disponer mediante sistemas modulares o sistemas fieltro, *figura 3*, que son los más habitualmente empleados, un sustrato de cultivo en el que se van a incorporar las especies vegetales”; y que de acuerdo al sistema diseñado por Patric Blanc, el sustrato debe garantizar la nutrición y supervivencia del jardín.



**Figura 2** Esquemas de Sistemas Pasivos (4 de Octubre de 2011) Terapia Urbana

**Fuente:** Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=Y0obPsWTKxk>

En este momento la variedad de sistemas permiten disponer módulos prefabricados basados en cultivo hidropónico o no hidropónico, “la diferencia consiste en que uno emplea sustrato de tierra vegetal y otros al equivalente como lana de roca u otro medio de crecimiento que únicamente absorbe los nutrientes que se le han puesto por la instalación de riego” (Hidalgo F. , 2011). Entre esos sistemas los hay en acero y de polietileno con un gran número de acabados.



**Figura 3** G-Sky Green Wall, Sistema de Jardinería Vertical. 10 de Abril del 2008

**Fuente:** <http://zwang11.wordpress.com/2008/04/10/g-sky-green-wall-vertical-planting-systems-01/>

En la *figura 4*, el diseño consiste en un enfundado de un módulo de lana de roca con un elemento metálico que permite la colocación de las plantas en él y luego se instala en un entramado fijado a modo de una fachada ventilada sobre la superficie de la envolvente del edificio. La instalación se integra con una instalación de riego y fertirrigación necesario para poder alimentar las especies contempladas.

Los sistemas tanto de fieltro como modulares, permiten instalaciones en espacios interiores de edificios, en este caso es necesario contemplar un aporte auxiliar de iluminación porque no todas las plantas pueden subsistir en condiciones de iluminación deficientes hay unas que son más adecuadas pero por lo general en las instalaciones de interior siempre tenemos que considerar una instalación de iluminación auxiliar. (Hidalgo F. , 2011)



**Figura 4** Lifewall: Jardín Vertical de Paneles Modulares que Mejora el Aire Local (FOTOGRAFÍA). 20 DE Mayo del 2010

**Fuente:** <http://www.subinet.es/lifewall-jardin-vertical-de-paneles-modulares-que-mejora-el-aire-local/>

### *1.2.2.1.1 Componentes Habituales del Sistema Pasivo*

Es necesario tener en cuenta el sistema que vayamos a emplear y con ello realizar una proyección general de la instalación; de acuerdo a los lineamientos de Blanc, Hidalgo (2011) sugiere los siguientes elementos:

**Estructura soporte e impermeabilización** (periferia de acero o aluminio + panel de pvc o malla metálica) Es el punto de partida que a su vez puede resolver la impermeabilización en el mismo momento o añadirse con un elemento auxiliar, habitualmente se utiliza una periferia de acero o aluminio más un panel de PVC o en algunos casos una malla metálica.

**Sistema de sustrato** (sistema hidropónico y no hidropónico “colgado” se sobrepone al sistema de sustrato), pudiendo ser hidropónicos sin considerar el aporte de fibra vegetal y no hidropónica lo que consistiría un cultivo tradicional de elementos colgados, dispuestos verticalmente.

**Sistema de riego y fertirrigación.** Es necesario contemplar una instalación de riego que se dimensiona en función de cada caso, además del aporte de fertilizantes y de nutrientes porque las plantas al estar dispuestas en un parámetro vertical no van a tener la misma capacidad que cuando están situadas horizontalmente por lo tanto hay que controlar bien ese aporte de fertilizantes y de nutrientes.

**Sistema de control y automatización.** Los contemplan los sistemas más avanzados que permiten que todas esas labores de mantenimiento periódico y de accionamiento de la instalación queden programadas e incluso se puedan registrar el uso de dispositivos alojados en servidores externos.

**Sistema de iluminación auxiliar** en caso de que la iluminación disponible no sea suficiente, pues habrá que contemplar una instalación de iluminación auxiliar para poder alcanzar los luxes mínimos requeridos para cada tipo de plantación.

**Sistema vegetal;** la clave está en la elección de acuerdo al tipo de sistema empleado, la ubicación del jardín, la orientación, corrientes de aire, la altura y

las condiciones de mantenimiento que vayamos a tener, hay que estar seguros de la adaptación climática del bio-sistema,

### **1.2.2.2 Jardín Vertical Pasivo Avanzado**

Consiste en un cultivo hidropónico formado por una estructura de soporte sobre la que se disponen módulos cubiertos por un sustrato inorgánico en el que se insertan las plantas. El sistema se completa con una instalación de riego en circuito cerrado que permite mejorar la eficiencia hídrica del conjunto. Constituyen instalaciones de gran belleza que pueden ser instalados tanto en interior como en exterior.

La *figura 5* muestra la estructura soporte que se fija al elemento fachada en la que se resuelve la impermeabilización evitando condensaciones interiores. “Sobre ésta se fija el elemento de soporte del sustrato como un mallado atado a la estructura principal que permite garantizar una resistencia y un comportamiento a nivel estructural del sistema mucho más adecuado que cuando empleamos sistemas modulares” afirma Hidalgo (2011), y añade: “el sistema de sustrato que se emplea es un sistema multicapas inorgánico que se denomina fito-textil, que consiste en un conjunto de fibras inorgánicas que permiten garantizar la adecuada transmisión de los nutrientes y del riego”.

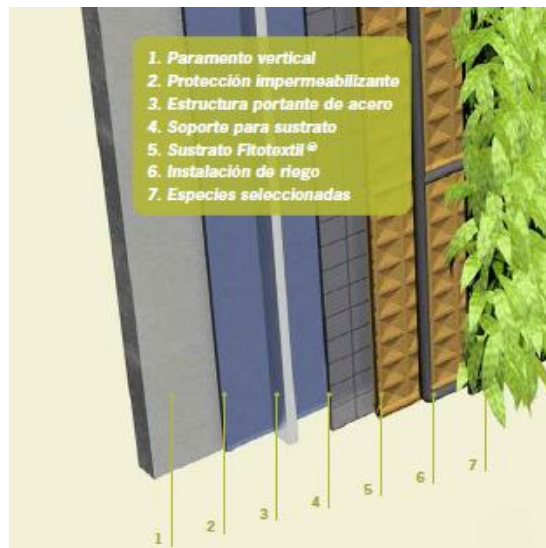
Dentro de esa superficie a modo de manta de riego se definen unos bolsillos que ayudan al alojamiento de las plantas seleccionadas para el jardín, de acuerdo a la localización y posicionamiento de las mismas en el sistema; de acuerdo a Hidalgo (2011) deben existir además los siguientes componentes:

**Sistema de fertirrigación** (tanques de solución nutritiva) es la encargada de aportar con los nutrientes y el riego

**Sistema hidráulico:** (bombas, filtros y depósitos) mantienen la suficiente presión y caudal a todos los ramales de la instalación y que además consta de una serie de depósitos que es controlado por sistemas de automatización el cual permite un reglado por un PLC industrial

**Sistema de automatización y telecontrol (PLC)** o control automatizado de todo el funcionamiento, e incluso sistema de alarma que alerte de caídas de

presión en la instalación de riego, de pérdidas de niveles mínimos de en depósito

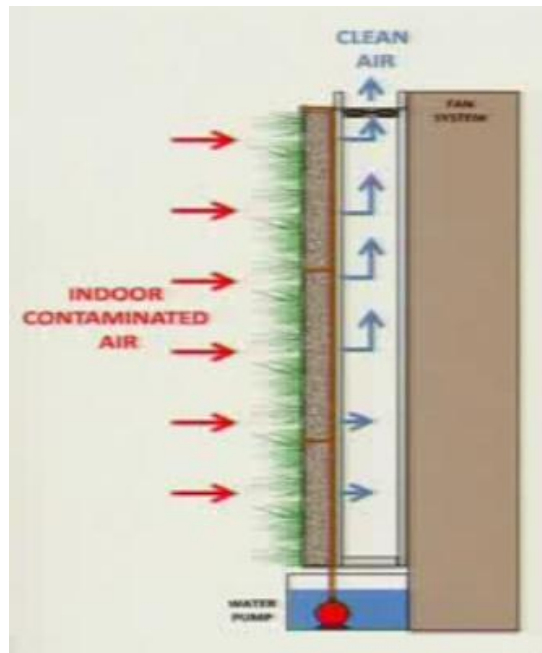


**Figura 5** Estructura del Sistema Pasivo Avanzado. Terapia Urbana

**Fuente:** <http://www.terapiaurbana.es/sistemas-y-productos-jardin-vertical/jardin-vertical-pasivo/>

### 1.2.2.3 Sistemas Activos (Bio Walls)

“Son jardines verticales instalados en el interior de los edificios y conectados al sistema de ventilación, con el objetivo principal de actuar como bio-filtros depurando el aire de las edificaciones” (Darlington, 2001). “Al proyectar su instalación es necesario garantizar una iluminación y una aireación adecuada” (Centre for Subtropical Design, 2004) “Pueden actuar como sistemas ecológicos de acondicionamiento y bio-filtrado de aire o combinarse con la instalación de climatización y ventilación del edificio. Al estar monitorizados y controlados pueden ser gestionados como una instalación energética más del edificio”. (Hidalgo F. , 2011)



**Figura 6** Sistema Activo. (4 de Octubre de 2011)Terapia Urbana

Fuente: Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=Y0obPsWTKxk>

### 1.3 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

#### 1.3.1 Sistema f+p



**Figura 7** Sistema f+p

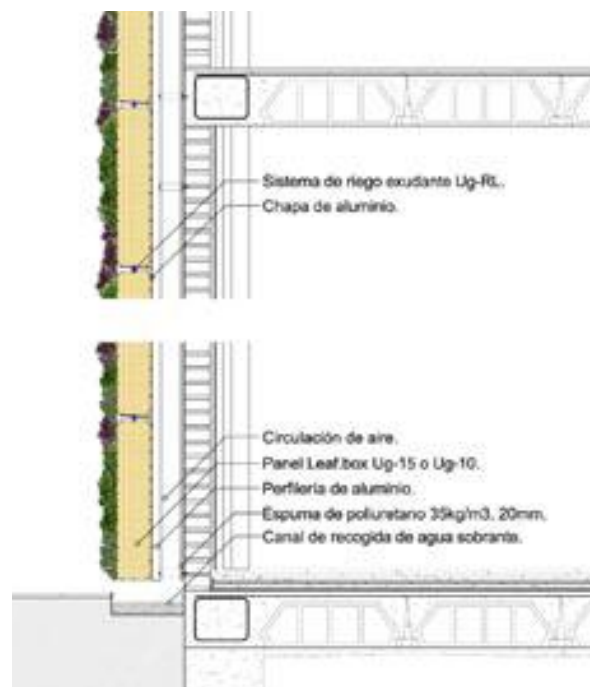
Fuente: Fachadas Vegetales – Urbanarbolismo (pg.5). Obtenido de: [www.urbanarbolismo.es](http://www.urbanarbolismo.es)

“El sistema f+p está compuesto por un trasdosado de paneles impermeables sobre el que se sitúa una fina capa sintética que conforma el sustrato por

donde fluye una solución hidropónica” (Serranía). Las plantas pueden ser colocadas y sustituidas muy fácilmente, sin alterar el resto del jardín.

### 1.3.2 Sistema leaf.box

Conformado por paneles de fibras vegetales sobre un armazón de aluminio. Las especies vegetales se colocan una a una de acuerdo al diseño. “El sistema de riego se compone de conducciones exudantes que mantienen una humedad constante en el sustrato, esto elimina prácticamente la pérdida de agua sobrante durante el riego” (Serranía). El sistema de fertirrigación se facilita por la naturaleza del sustrato simplificando el mantenimiento del jardín.



**Figura 8** Sistema leaf.box

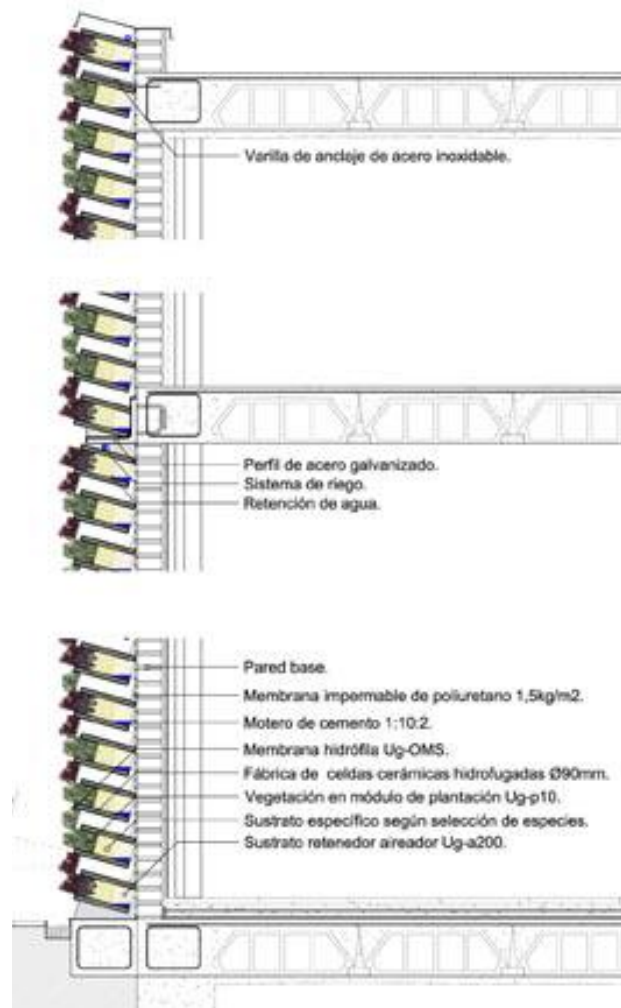
**Fuente:** Fachadas Vegetales – Urbanarbolismo (pg.5). Obtenido de: [www.urbanarbolismo.es](http://www.urbanarbolismo.es)

### 1.3.3 Sistema eco.bin

“Este sistema utiliza una fábrica de celdas cerámicas como medio de plantación del jardín vertical. La inclinación de las celdas y una combinación de sustratos específica permite almacenar el agua durante un largo periodo de tiempo” (Serranía); cada celda está recubierta por una membrana geo textil la cual permite optimizar el consumo de agua. “Aunque se puede utilizar en todo



tipo de climas se trata de un sistema que destaca por su buen comportamiento en climas áridos o semi-áridos con elevado soleamiento” (Serramía).

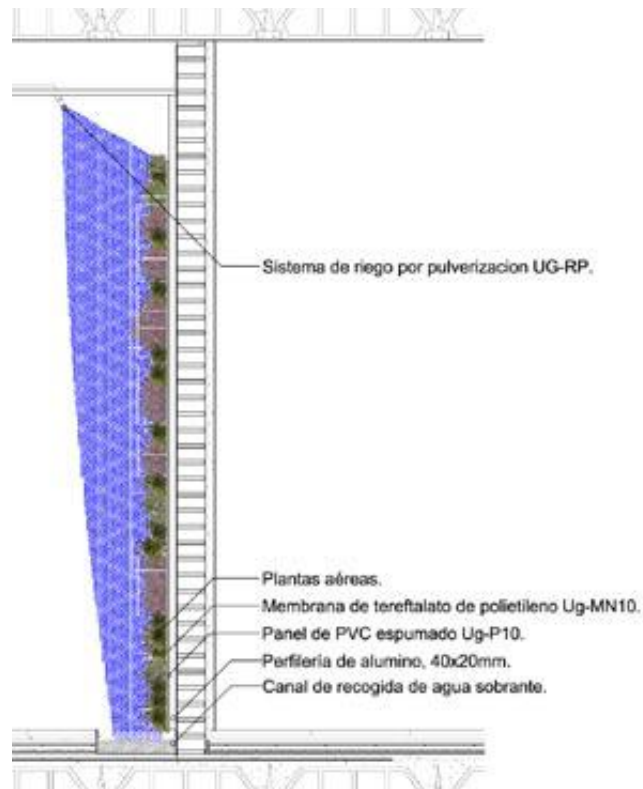


**Figura 9** Sistema Eco-bin

**Fuente:** Fachadas Vegetales – Urbanarbolismo (pg.5). Obtenido de: [www.urbanarbolismo.es](http://www.urbanarbolismo.es)

### 1.3.4 Sistema Nébula

Este sistema de fachada vegetal lo conforman plantas aéreas: tillandsias. “Esta familia de plantas obtiene el agua y los nutrientes que necesita del aire por lo que no es necesario ningún tipo de instalación de riego ni aportación de nutrientes” (Serramía). El sistema nébula tiene la ventaja de riego manual aunque también se puede realizar con nebulizadores.

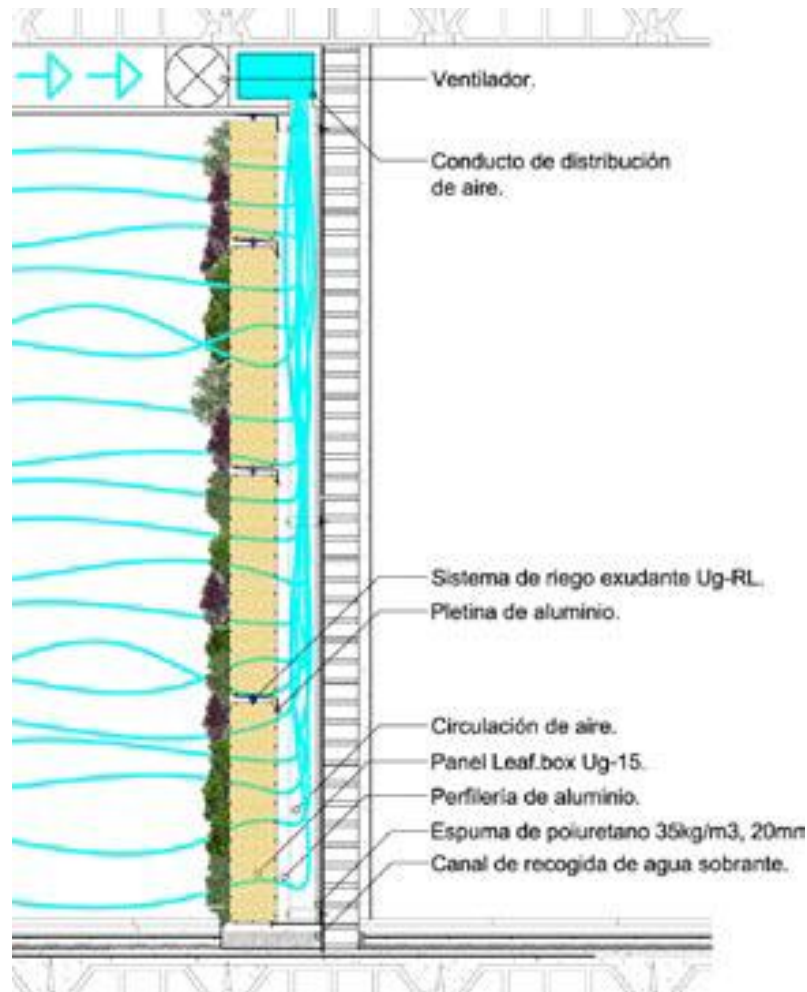


**Figura 10** Sistema Nébula

**Fuente:** Fachadas Vegetales – Urbanarbolismo (pg.5). Obtenido de: [www.urbanarbolismo.es](http://www.urbanarbolismo.es)

### 1.3.5 Sistema Aire Acondicionado Vegetal

Actúa como aire acondicionado y filtro de aire del lugar donde se instala. “El aire se recircula a través del sistema de ventilación y se devuelve a la habitación a través de la fachada vegetal pasando a través del sustrato plantado y de la vegetación” (Serranía). Su ventaja es que consume menos energía que un sistema de aire acondicionado habitual.



**Figura 11** Sistema Aire Acondicionado Vegetal

**Fuente:** Fachadas Vegetales – Urbanarbolismo (pg.5). Obtenido de: [www.urbanarbolismo.es](http://www.urbanarbolismo.es)

## 1.4 BENEFICIOS

Los jardines verticales se pueden ejecutar con numerosos objetivos además de la ornamentación: “naturación de la ciudad, aumento de la biodiversidad, producción de alimentos, control del flujo del agua de lluvia, aislamiento acústico y térmico, ahorro energético. Estos beneficios están a menudo interrelacionados y generan a su vez otros muchos de forma indirecta” (Fernández, 2008)

### 1.4.1 Salud

La NASA concluyó que el uso de plantas de interior es el medio más eficiente y rentable de reducir la contaminación interna de los edificios. Un edificio de 4 plantas (60m<sup>2</sup>) con una fachada portadora de este sistema filtra al año 40

toneladas de gases nocivos. (Wolverton, 1989) Y es capaz de atrapar y procesar 15 kg de metales pesados. (Darlington, 2001)

1m<sup>2</sup> de cobertura vegetal genera el oxígeno requerido por una persona en todo el año. (Darlington, 2001)

1m<sup>2</sup> de cobertura vegetal atrapa 130 gramos de polvo por año. (Darlington, 2001)

Los jardines internos mejoran el rendimiento, reducen el estrés y las bajas laborales del personal de trabajo en oficinas. (Lohr, 1996) (Bringslimark, 2007)

El aislante vegetal reduce hasta 10 decibelios la contaminación sonora. (Hoyano)

Su utilización en hospitales produce un significativo efecto positivo en la salud de los enfermos (Park, 2006)

#### **1.4.2 Medio Ambiente**

Los jardines verticales tiene una aplicación directa en la depuración del aire en el interior de los edificios, reteniendo partículas en suspensión y sustancias contaminantes, constituyendo una importante herramienta para luchar contra el denominado “Síndrome del edificio enfermo” (Darlington, 2001)

Reducen el efecto de isla de calor de las grandes ciudades. (Yamada). Esto se produce debido a la evapotranspiración en la fachada ajardinada (Schmidt, 2006)

Mejora de la calidad del aire en la ciudades. Las fachadas ajardinadas actúan como filtros absorbiendo algunos contaminantes y reteniendo partículas en suspensión en el aire de las ciudades. (Bruse, Thönnessen, & Radtke, 1999)

Aumento de la biodiversidad, al actuar como refugio para numerosos invertebrados, y diversas especies de pájaros (Dunnett & Kingsbury, 2004) (Blanc, 2006)

Aparición de nuevas alternativas para la agricultura urbana, permitiendo la producción de hortalizas, frutas, y diversas especies de interés (Sharp, 2004)

Beneficios de tipo estético, al convertir las ciudades y sus edificios en elementos más atractivos, ajardinando sus fachadas, con diversa vegetación, flores, frutos, etc. (Taraba, 2003)

Reducen hasta 5 grados la temperatura interior de un edificio en verano así como la mantienen en invierno. (Hoyano). Climatización pasiva de los edificios al sombrear las fachadas y mediante la retención de la radiación solar (Institute of Physics, 2002) (Blanc, 2006)

Investigaciones en Alemania comprobaron que la temperatura en la superficie del jardín vertical era 10 °C inferior a la existente en la superficie de fachada sin vegetación (Wilmers, 1988)

### **1.4.3 Otros Beneficios**

Aparición de nuevas oportunidades de desarrollo tecnológico, económico y de empleo (Bass & Baskaran, 2003)

Aumentan el aislamiento térmico de la envolvente edificatoria

No es necesario eliminar malas hierbas.

Los consumos de agua son equilibrados y optimizados debido a la posibilidad de instalar un circuito cerrado de riego.

## **CAPITULO II**

### **2 PLANTAS ORNAMENTALES**

#### **2.1 PLANTAS ORNAMENTALES**

“Las plantas ornamentales son aquellos vegetales que se utilizan en la decoración con la intención de adornar o embellecer un espacio. Son plantas que se cultivan con una finalidad estética” (Agropecuarias Séptimos, 2014). “Las plantas ornamentales pueden destacarse por la forma o el color de sus hojas y flores, por su perfume, por la presencia de frutos o por su textura, entre otras características” (Anónimo, 2015). “Dentro de los principales tipos de plantas ornamentales se incluyen: árboles, arbustos, trepadoras, palmeras, plantas acuáticas, plantas bulbosas, tuberosas, helechos, anuales, céspedes, bambúes, epífitas y plantas de interior, entre otras” (Anónimo, 2010). Generalmente este tipo de plantas “se cultivan al aire libre, en viveros o con una protección ligera bajo plásticos o en un invernadero con calefacción o temperatura controlada. (..) En general suelen carecer de espinas u otras estructuras punzantes o urticantes, salvo excepciones como la rosa” (Anónimo, 2015)

#### **2.2 GENERALIDADES**

“Las flores y las plantas ornamentales no sólo tienen una función decorativa porque además de embellecer el entorno favorecen nuestra salud, estado de ánimo y calidad de vida, gracias a sus propiedades físicas y químicas” (Anónimo, 2012).

“En el Ecuador el cultivo de plantas ornamentales empieza por el año 1875 donde aparecieron los primeros viveros y en los años noventa comienza el auge de la floricultura” (Viracocha, 2013). “La importancia de este tipo de plantas se ha incrementado con el desarrollo económico de la sociedad y el incremento de las áreas ajardinadas en las ciudades y con el uso de plantas de exterior e interior por los particulares” (Anónimo, 2015)

## **2.3 EXTERIORES E INTERIORES**

Existen variedades de plantas ornamentales que se utilizan para decorar ambientes externos (como jardines, patios o parques) y espacios interiores como hogares, instituciones o comercios. “Las especies de exterior pueden mantenerse al aire libre todo el año, mientras que las plantas de interior no son capaces de sobrevivir al aire libre ya que no soportan las bajas temperaturas, salvo en algunas zonas con clima suave” (Anónimo, 2015)

## **2.4 PLANTAS ORNAMENTALES ADECUADAS PARA JARDINES VERTICALES**

“Sabemos que la importancia de un proyecto de jardinería vertical además de la elección del sistema y su buen funcionamiento, pasa por conseguir unas plantas en un estado saludable y óptimo para su plantación en vertical” (Anónimo, 2013). Fortuño (2014) recalca que no se debe olvidar de las atenciones básicas que las plantas necesitan ya que “sus raíces y crecimiento estarán condicionados a la cavidad que les sea provista en la pared y a un cuidado consistente”.

De acuerdo a Blanc (2006) las plantas adecuadas para los muros vegetales son aquellas de crecimiento epifito, y según Darlington (2001) en las Biowalls se destacan: “*Dracaena godseffiana*, *Adiantum raddianum*, *Hedera helix*, *Spathiphyllum maunaloa*, *Rhododendron obtusum*, *Marraya sp.*, *Vriesea splendens* y *Dieffenbachia picta*”.

### **2.4.1 Plantas Epifitas**

Estas plantas son llamadas en ocasiones "planta aéreas", ya que no enraízan sobre el suelo. (Atlas Catamarca, 2014)

#### **2.4.1.1 Etimología**

La palabra epifita procede del “griego *epi* sobre y *phyton* planta, se refiere a cualquier planta que crece sobre otro vegetal usándolo solamente como soporte, pero que no lo parasita” (Atlas Catamarca, 2014)

### 2.4.1.2 Descripción

Flores (2014) describe a las plantas epifitas como “aquellas que pasan al menos una fase de su ciclo de vida creciendo sobre otra planta, usualmente sobre árboles. (...) Este gremio constituye alrededor del 10% de la flora del mundo” (pág. 4).

Las epifitas al igual que otras plantas, utilizan la fotosíntesis para proveerse de energía y (las que no son acuáticas) obtienen humedad del aire o de la lluvia que se deposita sobre la superficie de su anfitrión. Las raíces pueden desarrollarse primariamente por adhesión y las estructuras especializadas (como las escamas y copas) son las que recogen y mantienen la humedad. Las epifitas no parasitan a su anfitrión, sino que crecen independientemente obteniendo únicamente apoyo físico. Sin embargo pueden desarrollarse tan apretadamente que llegan a dañar la planta anfitriona. (PlantasAereas.cl)

### 2.4.1.3 Variedades

“Las epifitas más conocidas incluyen los musgo, líquenes, orquídeas, helechos y bromelias (como la Tillandsia), aunque se pueden encontrar en todos los grupos principales del reino vegetal” (PlantasAereas.cl). Flores (2014, pág. 4) Cita a Benzing (1990) al recalcar que:

El habito epífita ha surgido varias veces entre las plantas; por ejemplo, algunas familias con linajes terrestres y epífitos son Araceae ("anturios", "cuna de moisés"), Bromeliaceae ("piña", "tenchos"), Cactaceae ("nopales", "pitayos" y "pintahayas"), Orchidaceae ("orquídeas"), Polypodiaceae (helechos que resucitan) y hay especies de epífitas en al menos otras 79 familias.

“Algunas epífitas son especialistas en ciertos estratos verticales del dosel y estas preferencias tienen bases fisiológicas; por ejemplo, algunas especies no toleran la luz solar directa y tienen que proteger su aparato fotosintético” (Flores, 2014, pág. 8). “La mayor parte de las plantas epífitas tienen semillas que son dispersadas por el viento” (Flores, 2014, pág. 9)



#### 2.4.1.4 Plantas Aéreas (Tillandsias)

##### 2.4.1.4.1 Propiedades de las tillandsias

Su mejor propiedad es la capacidad de eliminar gases nocivos o tóxicos especialmente en ambientes cerrados. Es aconsejable que además de cumplir funciones decorativas las Tillandsias se puedan presentar agrupadas en cantidades más importantes en salas donde se busque depurar el aire y relajar el ambiente. (PlantasAereas.cl)

##### 2.4.1.4.2 Etimología:

El género Tillandsia lo nombró Carlos Linneo en 1738 de tal modo, en honor al médico y botánico finlandés Dr. Elias Tillandz (originalmente Tillander) (1640-1693). Nombre común: **Castellano** tillandsia, claveles de aire, musgo español,"paistle"; **Inglés:** Tillandsia, Air plant, Ball moss, Spanish moss. (PlantasAereas.cl)

##### 2.4.1.4.3 Descripción

Las especies de Tillandsia son epifitas, pero también hay especies que son litotitas (sobre rocas, techos, líneas de teléfono, etc.). Pocas especies crecen directamente en la tierra. El género se puede dividir entre variedades *verdes* y variedades *grises*. Las *especies verdes* requieren un clima templado-lluvioso y crecen por lo general en la sombra, ya sea en la tierra o sobre árboles en el sotobosque. Las *especies grises* crecen en áreas sub-húmedas o sub-áridas con alta humedad del aire. Prefieren el sol, por lo cual se encuentran en los pisos altos del bosque o en rocas. (PlantasAereas.cl)

Su apariencia gris resulta de la circunstancia que sus tallos y hojas están cubiertos por pequeñas escamas (tricomas). Éstos son pelitos complejos que son generados por la epidermis de las hojas y se mueren de inmediato. Las células muertas de las tricomas se llenan de aire, reflejando la luz, por eso la aparición blancuzca. La planta es más blanca, más o más grandes tricomas tiene. Los tricomas se llenan con agua (chupan la humedad) y dejan ver el tejido verde debajo (la planta se ve verde) y la planta puede absorber más luz. En cuanto el sol seca la planta, esa parece grisácea otra vez. Así los tricomas

no sólo sirven para absorber agua, sino también de protección contra el sol y la transpiración. Este truco les permite absorber gotas de niebla o directamente lluvia para cubrir su necesidad de agua. Los minerales los obtienen de las cantidades pequeñas contenidas en el polvo que lleva el viento, hojas que se caen y materia procedente de los insectos y se disuelvan en el agua absorbida. Sus raíces sólo sirven para la fijación de la planta y no disponen de radículas (raíces secundarias, responsables para la absorción de minerales y agua). Las variedades de hojas más finas crecen en áreas lluviosas y las variedades de hojas gruesas en áreas con sequías. (PlantasAereas.cl)

#### 2.4.1.4.4 Reproducción:


Las Tillandsias se reproducen - como otras bromelias - en dos maneras. La primera es la "normal" por polinización y producción de semillas; no se autofecundan y el polen tiene que venir de otra planta de la misma especie. La otra manera es la reproducción de plántulas llamadas "hijuelos". Una sola planta puede tener varios hijuelos que pueden ser quitados y desarrollados solos por separado ó dejados junto con la planta madre, para formar una colonia. (PlantasAereas.cl)













#### 2.4.1.4.5 Cultivo

Se desarrollan bien en el interior de las casas ó en invernadero, no precisando de suelo, ya que el agua y el alimento lo absorben a través de las hojas. Las raíces las utilizan solamente como anclajes (PlantasAereas.cl)

#### 2.4.1.4.6 Variedades y cuidados

**Tabla 2** Variedades y Cuidados de las Tillandias

Especie	Luz	Temperatura	Riego	
Tillandsia Argentea (fuchsii)	Baja	Fresca	1 vez a la semana	

Tillandsia Juncea	Media	Cálida	2 veces a la semana	
Tillandsia Baileyii (pseudobaileyii)	Brillante	Cálida	1 vez a la semana	
Tillandsia Brachicaulos (velutina)	Media	Cálida	2 veces a la semana	
Tillandsia Juncifolia	Media	Calida	2 veces a la semana	
Tillandsia Butzii	Baja	Fresca	3 veces a la semana	
Tillandsia Magnusiana	Media	Fresca	1 vez a la semana	
Tillandsia Melanocrater Tricolor	Baja	Fresca	3 veces a la semana	
Tillandsia Caput Medusae	Media	Cálida	2 veces a la semana	
Tillandsia Oaxacana (feldhoffii)	Baja	Fresca	2 veces a la semana	
Tillandsia Punctulata Green	Baja	Fresca	3 veces a la semana	
Tillandsia Punctulata Red	Baja	Fresca	3 veces a la semana	
Tillandsia Fasciculata Tricolor	Media	Cálida	2 veces a la semana	

Tillandsia Seleriana	Baja	Fresca	2 veces a la semana	
Tillandsia lonantha lonantha	Brillante	Muy Cálida	2 veces a la semana	
Tillandsia Sphaerocephala	Brillante	Cálida	2 veces a la semana	
Tillandsia Rubra	Brillante	Muy Cálida	2 veces a la semana	
Tillandsia Usneoides	Media	Cálida	2 veces a la semana	

**Fuente:** PlantasAereal.Cl- Variedades de Tillandsias. Obtenido de:  
[http://www.plantasaereas.cl/ambiente\\_recomendaciones\\_tillandsia.html](http://www.plantasaereas.cl/ambiente_recomendaciones_tillandsia.html)

**Tabla 3** Requerimientos en el cuidado de las Tillandias

	REQUERIMIENTOS
Luz	Luz del sol indirecta o difusa (el pleno sol del verano dañará las hojas) aceptable el sol directo en invierno. En interiores, debe estar cerca de una ventana soleada.
Aire	Su ideal es el movimiento suave de aire fresco.
Riego	La primera opción es agua de lluvia. Las plantas se deben empapar a fondo dos veces por semana cuando aún no tiene la flor, más a menudo con un ambiente cálido y seco, pero no mantenga las plantas constantemente mojadas, permítanle secarse entre los riegos. Las plantas en flor son más susceptibles a la putrefacción y no deben ser empapadas.
Temperatura	Permisible de 32°C a 10°C. Sensibles a las heladas, a excepción de la especie más robusta, T. usneoides, que pueden tolerar heladas por la noche alrededor de -10°C.
Alimentación	Con fertilizante de plantas de interior, una vez cada dos semanas en primavera y verano, y una vez cada cuatro semanas en otoño e invierno.
Floración	Aunque se cultivan por su aspecto en general y no por su flor, algunas Tillandsia tienen unas floraciones regulares, y algunas especies tienen unas flores muy impresionantes. Además es común en estas plantas que varíen el color de las hojas (que cambia generalmente de verde al rojo) en las que se encuentran alrededor de la flor. Esto es una indicación de que la planta producen flores solamente una vez antes de morir, y obtendrá varios hijos o plántulas nuevas que continuarán viviendo.
Esquejes	Después de florecer, la planta formará plántulas o "hijuelos" alrededor de la planta madre. Deje estos lo más cerca posible, pues la planta los sigue desarrollando a su alrededor formando una colonia

**Fuente:** PlantasAereal.Cl- Requerimientos de las Tillandsias. Obtenido de:  
[http://www.plantasaereas.cl/plantas\\_aereas\\_caracteristicas.html](http://www.plantasaereas.cl/plantas_aereas_caracteristicas.html)

### 2.4.1.5 Surculosa Dracaena



**Figura 12** Surculosa Dracaena Sanderiana Gol 3 (FOTOGRAFIA) 2013/06

**Fuente:** PlantasAereal.CI- Requerimientos de las Tillandsias. Obtenido de:  
<http://www.plantsrescue.com/wp-content/uploads/>

#### 2.4.1.5.1 Familia y Nombres Comunes

Pertenece a la familia Asparagaceae; también se la conoce como Dracaena godseffiana, Golddust Dracaena, Spotted-Leaf Dracaena, bambú japonés y Planta Polvo de Oro. (Anónimo, 2010)

#### 2.4.1.5.2 Descripción

La Dracaena surculosa es nativa de la región de la selva tropical de África occidental. Sus hojas son de color verde oscuro salpicado de un tono más crema. Las hojas nuevas aparecen como finos conos enrollados hasta lograr desplegarse. Tras un largo periodo de crecimiento dan flores blancas de perfume agradable, tienen frutos como bayas globosas de color naranja rojizo de unos 15 mm de diámetro. (Anónimo, 2010)

#### 2.4.1.5.3 Cultivo y Usos

Al ser una planta de interior es ideal para zonas frías, En las zonas más cálidas requieren de más cuidados si se exponen al aire libre. Tiene un follaje sobrecargado que brilla entre una multitud de zonas verdes. Es ideal como especie atractiva en hogares, oficinas, centros comerciales, etc., ya que es tolerante a condiciones de poca luz. Al aire libre en el jardín, es adecuado como arbusto independiente en sitios soleados o semi-sombreados. Excelente

para la jardinería en macetas, en patios, terrazas, sola o con grupo de otras plantas de frondosidad. Su hermoso follaje recargado se utiliza popularmente como rellenos para añadir interés, brillo y belleza en arreglos florales. (Anónimo, 2010)

#### 2.4.1.5.4 Cuidados

**Tabla 4** Cuidados de la *Surculosa Dracaena*

	<b>CUIDADOS</b>
<b>Hojas y Tallos</b>	Quitar las hojas decoloradas y duchar su follaje de vez en cuando para eliminar el polvo. Podar los tallos erectos cuando hay una varias alturas para un encantador despliegue estético y ornamental
<b>Luz</b>	Necesita de luz brillante, pero no debe recibir la luz solar directa. Si es moderada mantendrá las hojas en buen estado
<b>Aire libre</b>	Soportan un par de horas de sol directo
<b>Temperatura</b>	Debe ser moderada en verano y hasta 10 ° C en invierno. Condiciones más frescas por sólo una o dos semanas no son fatales. El crecimiento se restaura tan pronto como las temperaturas suben por encima de 18 ° C.
<b>Agua</b>	Durante el período de crecimiento mantener la humedad sin empaparla. Durante el resto del año sólo lo suficiente para evitar el compost se seque.
<b>Fertilización</b>	De preferencia liquido cada quince días durante el verano

**Fuente:** Plants Rescue – Plants & Flowers. Obtenido de:  
<http://www.plantsrescue.com/tag/dracaena-godseffiana/>

#### 2.4.1.5.5 Problemas y Requerimientos

Demasiada oscuridad o exposición al sol suele causar caída de las hojas. Cabe recalcar que tanto los frutos como la planta son tóxicos para muchos animales, incluyendo perros y gatos. Plagas como las cochinillas de raíz pueden atrofiar el crecimiento de la planta. Debe evitarse el exceso de agua con el fin de evitar la podredumbre debido al estancamiento de agua. Si se coloca en una posición pobremente luminosa o en un lugar fresco, entonces es mejor reducir el riego. (Anónimo, 2010)

**Tabla 5** Requerimientos en el cuidado del Bambú Japonés

REQUERIMIENTOS	
Riego	moderado
Riego en período de crecimiento	abundante
Luz	brillante filtrada
Temperatura	min 18 ° C max 24 ° C
Humedad	alta

**Fuente:** Plants Rescue – Plants & Flowers. Obtenido de: <http://www.plantsrescue.com/tag/dracaena-godseffiana/>

## **CAPITULO III**

### **3 LA CABUYA**

#### **3.1 GENERALIDADES**

De acuerdo a Checa y Jurado (2002): “La cabuya es una planta sumamente rústica, que se ha explotado en Ecuador desde tiempos inmemoriales”. (pág. 3). “Se cultiva ampliamente en los valles y en las estribaciones de la cordillera para la obtención de su fibra” (Vásquez, 2011).

#### **3.2 ORIGEN Y DESCRIPCIÓN**

“La fibra conocida como cabuya proviene de las hojas de la planta del genero furcraea la cual tiene su origen en América Tropical, sobre todo en la región andina de Colombia y Venezuela” (Checa & Jurado, 2002, pág. 3), para posteriormente difundirse por Centro y Sur América.

Checa y Jurado (2002) mencionan que la cabuya viene del quechua “Chahuar” o también conocida como “Chuchau” y del importante cultivo que existen en algunas regiones de nuestro país, “principalmente en la provincia de Imbabura, específicamente en las zonas de Intag, Guallupe, Lita, Cotacachi, Quiroga, Atuntaqui, Picaigua, Cubijíes, Chota; Pichincha, en la zona de Santo Domingo de los Colorados; Cotopaxi, en las zonas de Pujilí, Isinche, entre otras” (págs. 3,4). “En la Zona de Intag y Lita en la provincia de Imbabura, actualmente hay 1197,48 hectáreas sembradas de fique, que representan 2863.53 qq de fibra al año” (Vásquez, 2011). 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.

#### **3.3 VARIEDADES**

Para determinar las diferentes variedades de cabuya, se toman en cuenta características tales como: largo, ancho, color, rendimiento y calidad de sus hojas; así mismo el tamaño y color de sus espinas; el desarrollo de su tronco y sus necesidades de clima y suelo. (Checa & Jurado, 2002)



“La cabuya es conocida con el nombre vernáculo de: fique, penca, maguey, pita, cabui, chuchau, cocuiza, chunta, chahuar, perulero, jardíñera, uña de águila, cabuya negra y blanca” (Checa & Jurado, 2002, pág. 4). Estos nombres dependen del país o región donde se encuentra. En nuestro país se distinguen las siguientes variedades del género *furcraea* que corresponden a la *cabuya blanca* y se detallan en el siguiente cuadro sinóptico:

**Tabla 6** Variedades del Genero *Furcraea*

CARACTERÍSTICAS DE LA CABUYA DE ACUERDO A SU VARIEDAD				
Especie	Tronco	Hojas	Aguijones	Producción de fibra
<b>MACROFILIA</b>	Corto Altura aproximada 30 cm	Color verde Cóncavas Lisas por el haz y ásperas por el envés Longitud de 150 a 200 cm Ancho de 8 a 14cm	Marginales y curvados Color rojo Longitud de 5 a 7 mm Distancia de espina a espina 40 a 80 cm Aguijón terminal diminuto	Una hoja de 3 a 4% de fibra anual
<b>ANDINA</b>	Muy corto Altura aproximada 20 cm	Color verde Cóncavas o casi planas Longitud de 120 a 170cm Ancho de 10 a 15cm	Marginales y encorvados hacia la punta de la hoja Longitud de 5 a 8 mm Distancia de espina a espina 15 a 20 cm	1 kg anual de una planta
<b>HUMBOLTIANA</b>	Largo Altura aproximada de 1 a 3 mts.	Color verde claro o agrisado Casi planas Longitud de 100 a 175cm Ancho de 12 a 15cm	Marginales divergentes Localizados en la mitad de la hoja Longitud de 2 a 5 mm Distanciado de espina a espina 25 a 65cm Algunas no poseen espinas	600 a 1000 kg anuales por hectárea

**Fuente:** Checa, C., & Jurado, F. (2002). Mejoramiento de la Calidad de la Cabuya y su Aplicación. (p. 5). Ibarra-Ecuador

“En la sierra ecuatoriana existe la *cabuya negra* que corresponde al género *agave*, esta contiene gran cantidad pulpa y de jugo, por tal razón es poco o

nada utilizada por los artesanos textiles” (Checa & Jurado, 2002), sin embargo es más utilizada para extraer el *chaguarmisque* que es una bebida ancestral.

### **3.3.1 Variedad *Fourcraea* Andina.**

(nv: “cabuyo/a blanco”, “penco/a blanco”) Es una planta que se encuentra distribuida a lo largo de la Sierra Ecuatoriana, por ser una fibra suave aunque un poco menos resistente que la cabuya negra, permite la elaboración de múltiples objetos. (Vásquez, 2011).

Se trata de una planta herbácea arrosetada que alcanza hasta 1,5 metros de altura en su parte vegetativa y hasta los 15 metros si se incluye la estructura reproductora que en un largo racimo o panícula. Sus hojas acaules o en panojas son suculentas lineares o alargadas, rematadas por un endurecimiento en el ápice llamado mucrón así como también en el borde de la hoja, lo que forma las espinas de esta planta. (pág. 32)

#### **3.3.1.1 Producción del cultivo:**

La cabuya es una planta de muy buena adaptabilidad, y se puede desarrollar exitosamente en suelos que van desde el franco arcilloso hasta el arenoso, brindando mejores resultados terrenos sueltos, arenosos y ricos en calcio, magnesio fosforo y potasio. (Checa & Jurado, 2002)

##### *3.3.1.1.1 Condiciones agroecológicas del cultivo:*

PH: el apropiado es de 5 a 7 para un excelente crecimiento de la planta.

Temperatura: entre 18 y 24°C, correspondiente a una altura de 1000 y 2000 msnm.

Humedad: entre 20 y 70%, si es mayor al 70% posibilita ataques fitopatológicos.

Precipitaciones: de 1.000 a 1.600mm anuales, aunque en rangos bajos, del orden de 400mm, todavía se consiguen buenos rendimientos.

Luminosidad: favorable en el desarrollo morfológico y anatómico de las hojas aumentando la calidad y cantidad de fibra. En base a experiencias, se ha

llegado a determinar que con cinco o seis horas de luminosidad diaria, está asegurado el éxito del cultivo y por lo tanto la sombra es perjudicial para la cabuya. (Checa & Jurado, 2002)

#### *3.3.1.1.2 Sistemas de propagación:*

“Se hace utilizando los bulbillos del tallo floral, hijuelos que nacen a lo largo del tronco, o también por semilla” (Checa & Jurado, 2002).

#### *3.3.1.1.3 Siembra:*

Densidad de plantas: 2000- 3000 plantas por hectárea. (Vásquez, 2011)

Distancia de siembra: no existe una medida definitiva, “En varios lugares de la zona de Intag, las siembras de 5 metros entre calles resultaron estrechas, pues las hojas de cabuya se cruzaban impidiendo la limpieza” (Checa & Jurado, 2002).

#### *3.3.1.1.4 Plagas y Enfermedades:*

*Plagas:* Cortador del tallo, cochinilla, barrenador del tallo.

*Enfermedades:* Mancha de la hoja, pudrición seca del cuello, pudrición del cuello. (Vásquez, 2011)

#### *3.3.1.1.5 Residuos*

El aprovechamiento de la fibra de cabuya “corresponde a un 5% del peso total de la hoja, desechando el 95% de restante, el 85% es líquido y el 10% son sólidos, los que contienen vitaminas, proteínas, minerales, agua, etc.” (Vásquez, 2011).

#### *3.3.1.1.6 Reutilización*

Los restos de estopa pueden ser desechados o aprovechados posteriormente puesto que en ellos “se encuentra un gran contenido de celulosa, material que posee unas propiedades mecánicas importantes como la resistencia a la tensión. La pulpa es utilizada para elaboración de papel, como sustrato en

cultivo de champiñones, y material de relleno en construcción “ (Vásquez, 2011).

### **3.3.1.2 Producción en el país**

“En el Ecuador existen 2348 ha de cultivo de cabuya, Imbabura (Intag, Lita) 51%, Carchi 47%, en otras partes de la Sierra el 2%” (Simbaña , 2008)

El rendimiento es de 2,2 Tn al año.

### **3.3.1.3 Procesos de obtención de la fibra**

#### *3.3.1.3.1 Corte y Cosecha*

Checa y Jurado (2002) enfatizan las siguientes recomendaciones al momento de realizar el corte y cosecha de la cabuya:

Dependiendo del desarrollo de la planta pueden ser 1, 2 ó 3 cortes anuales

Solo las hojas maduras deben ser cortadas, si se cortan demasiadas hojas, la planta pierde su vigor, emite la flor o chahuarquero y muere.

Se sugiere recortar a una distancia de 15 a 20 centímetros de la parte baja de la hoja ya cortada, debido a que aquí se acumula la mayor cantidad de impurezas, originando motas muy enredadas que luego dificultan al proceso de peinado y producen mayor cantidad de desperdicios(fibras cortas).

Realizar el corte lo más rápido y eficiente posible, procurando no herir las hojas jóvenes que permanecen aún en la planta.

De acuerdo con las condiciones del clima y suelo, y los cuidados culturales que se haya proporcionado a la planta, tenemos que en alturas alrededor de 1700 metros se realiza el primer corte entre 2,5 a 3 años y una planta dan un promedio de 50 hojas por corte, mientras que en alturas sobre los 2200 metros es de 3,5 a 4,5 años y el promedio es de 20 hojas por planta. (pág. 16)

Entre la operación de corte y la siguiente operación que es el desfibrado no deben pasar más de 15 horas, caso contrario se produce el fenómeno

fisiológico denominado "empalizada" o fermentación, afectando la calidad de la fibra. (Vásquez, 2011)

#### 3.3.1.3.2 *Desfibrado*

“Al desfibrar se hacen manojos de 12 hojas en verde para facilitar las labores de transporte, sacudido, lavado y secado Esta operación consiste en macerar, golpear y raspar la hoja hasta dejar libre la fibra” (Vásquez, 2011). “Básicamente existen tres sistemas de extracción de fibras utilizadas tanto en la parte artesanal como industrial y estas son: de forma manual y la utilización de máquina” (Checa & Jurado, 2002)

### 3.4 CARACTERÍSTICAS DE LA CABUYA

“Las fibrillas están soldadas entre sí por una goma, se sobrepasan para formar filamentos multicelulares a lo largo de la hoja, estos son los que conforman la fibra de fique” (Vásquez, 2011). Las características físicas y composición química suelen variar según la clase de planta y condiciones de cultivo.

#### 3.4.1 Características Botánicas

##### 3.4.1.1 Taxonomía

El género *Furcraea* comprende cerca de 20 especies de plantas suculentas, algunas de las cuales se utiliza para la extracción de la fibra. Muchas veces las especies de este género son confundidas con las pertenecientes al género **Agave**, las cuales son completamente distintas desde el punto de vista botánico. (Checa & Jurado, 2002)

Las plantas de género *Furcraea* forman rosetas de hojas grandes y carnosas, semejantes a las de muchas especies del género *Agave*, pero, en vez de la fuerte y grande espina terminal de las hojas de esta última, terminan en pequeñas puntas y una débil espina. La especie *Furcraea* Andina o cabuya blanca se ubica en las siguientes categorías taxonómicas: (Manual para Educación Agropecuaria, Cultivo de Fibras, 1986)

**Tabla 7** Categorías Taxonómicas

División	Embriofitas Sifonógamas
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Monocotiledóneas
Orden	Liliforas
Familia	Amarilidáceas
Subfamilia	Agavoideas
Genero	Furcrárea
Especie	Furcrárea Andina

**Fuente:** Checa, C., & Jurado, F. (2002). Mejoramiento de la Calidad de la Cabuya y su Aplicación. (p. 5). Ibarra-Ecuador

“El **Agave Americana** o *cabuya negra* se halla dentro de la misma categoría taxonómica, cambiando únicamente el género Agave.” (Checa & Jurado, 2002)

### 3.4.1.2 Morfología

Las principales características morfológicas de la cabuya son:

Planta.- Es una roseta de hojas más o menos compactadas, con tallo corto y raíces fasciculadas que llegan a profundizar hasta tres metros en el suelo. El tallo tiene yemas terminales, aunque también existen yemas laterales y adventicias, generalmente durmientes.

Hojas. Son persistentes, sésiles de forma lineal, lanceoladas, más o menos 10 veces más largas que anchas y terminadas en punta. Los bordes pueden ser lisos o espinosos. La lámina follar es lisa, cerosa, con nervaduras paralelas.

Flores. Se producen en una inflorescencia en forma de panícula, ramificada, con un péndulo. Las flores son hermafroditas, rodeadas de brácteas membranosas.

Sépalos. Cada flor tiene tres sépalos de color verde claro.

Pétalos. Los sépalos van unidos a los pétalos en su parte interior.

Estambres. Son seis, tienen antenas biseladas.

Corola. Las partes de la flor van implantadas sobre la corola, ésta es blanca.

Ovario. Contienen tres celdas y un estilo delgado con tres lóbulos. Después de su fertilización, la flor se transforma en un fruto capsular, con muchas semillas de endosperma carnosa. En la inflorescencia se producen también bulbillos, al igual que en las especies del género Agave. Una inflorescencia puede tener de 2000 a 3000 bulbillos. (Checa & Jurado, 2002)

### **3.4.2 Características Físicas**

Debido a que las hojas están constituidas de fibras elementales o fibrillas, unidas entre sí con una goma o cera que le proporciona rigidez y aspereza (cemento vegetal), la cabuya es considerada una fibra dura. Dichas fibrillas son muy cortas, pues miden entre 2 y 6 milímetros de longitud, y su unión, forman los largos filamentos conocidas en el mercado como fibras o hebras (Checa & Jurado, 2002). "La función fisiológica de estos ejes fibrosos es la de dar resistencia y rigidez a las hojas y servir de base de sustentación a los vasos conductores de savia; debido a estas funciones mecánicas, se les da también el nombre de fibras estructurales" (pág. 22)

Las fibras están constituidas por un agregado de células que forman los ejes fibro-basculares y van asociados con los vasos conductores de savia; estos haces corren longitudinalmente a lo largo de la hoja. En un corte transversal se puede notar claramente que los ejes de fibras son más numerosas en la periferia y en la base de la hoja, que en el centro y en su extremo terminal. (Checa & Jurado, 2002)

Se puede distinguir tres clases de fibras: mecánicas, sueltas y del xilema.

#### **3.4.2.1 Fibras Mecánicas.**

Considerablemente numerosas en la periferia de la hoja, pero pueden estar dispersas en todo el parénquima foliar; raramente están asociadas con el tejido conductor; su sección transversal tiene forma de herradura y su longitud varía desde unos pocos milímetros hasta varios metros, las fibras son muy finas a tal punto que se parten o dividen longitudinalmente en el proceso de desfibrado. (Checa & Jurado, 2002)

### 3.4.2.2 Fibras Seltas

Son excesivas en la parte central, aunque igualmente se pueden hallar en otras partes de la hoja, su sección transversal presenta la forma de luna creciente, éstas suelen ser más largas y de buena resistencia, integrando parte de la fibra comercial. (Checa & Jurado, 2002)

### 3.4.2.3 Fibras del Xilema

Se disponen en la línea media de la hoja, y su sección transversal tiene forma de luna creciente irregular; la longitud es variable. La pared celular de las fibras es muy fina y frágil, por lo que se fragmentan durante el proceso de desfibrado y pasan a formar gran parte de residuo. (Checa & Jurado, 2002)

“Las fibras de climas fríos son menos resistentes y más finas que la de los climas cálidos. Se añade también que la cabuya bien lavada es más resistente, pero en cambio la cabuya sucia posee un gran poder de elongación” (Pérez, 1974). Las características físicas de la fibra de cabuya dependen en gran medida de los siguientes factores: tipo y calidad de suelo, clima, humedad, región, la especie y los procesos mecánicos sometidos. Todos estos van a determinar características como:

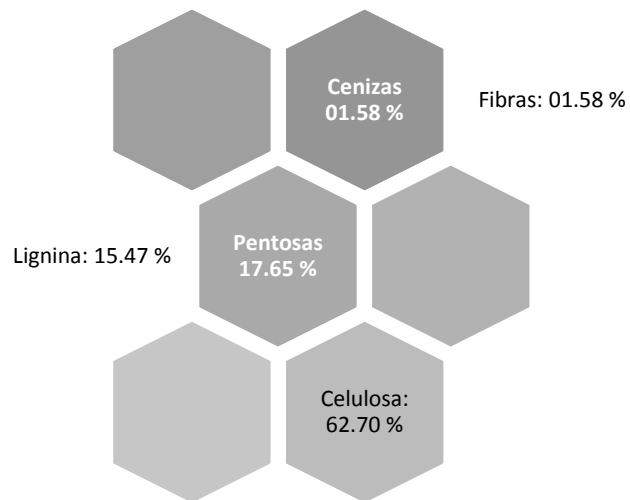


**Figura 13** Características Físicas de la Cabuya



**Fuente:** Checa, C., & Jurado, F. (2002). Mejoramiento de la Calidad de la Cabuya y su Aplicación. (p. 24). Ibarra-Ecuador; Vásquez, M. (2011). Reciclaje de Residuos Agrícolas de Café y Cabuya en la Elaboración de Tableros Compuestos de Resinas Urea-Formaldehído (UF). (P. 36). Ibarra-Ecuador.

### 3.5 COMPOSICIÓN QUÍMICA



**Figura 14** Composición Química

**Fuente:** Vásquez, M. (2011). Reciclaje de Residuos Agrícolas de Café y Cabuya en la Elaboración de Tableros Compuestos de Resinas Urea-Formaldehído (UF). (P. 36). Ibarra-Ecuador.

### 3.6 USOS Y APLICACIONES

**Tabla 8** Aprovechamiento de la Cabuya

APROVECHAMIENTO DE LA CABUYA	
Flores	Farmacéutica
Fibra larga	Biomantos
	Agro -textiles
	Oleóficós
	Hilos
	Empaques
	Cuerda Bananera

	Artesanías
<b>Fibra Corta</b>	Papel Fibro-Reforzados Aglomerados Relleno de Colchones Aislante Térmico
<b>Bagazo</b>	Abono Orgánico Concentrado para animales Cultivo de Hongos
<b>Jugos</b>	Insecticidas Fungicidas Detergentes Herbicidas Detergentes (ecogeminas) Jabón Shampoo Farmacéutica (hecogeninas) Alcohol Licor Combustible

**Fuente:** Checa, C., & Jurado, F. (2002). Mejoramiento de la Calidad de la Cabuya y su Aplicación. (p. 123). Ibarra-Ecuador

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. (Checa & Jurado, 2002)

**Tabla 9** Productos Elaborados a Base de Hilos de Cabuya

<b>PRODUCTOS ELABORADOS A BASE DE HILOS</b>			
<b>MACRAMÉ</b>	<b>TEJIDOS</b>		<b>CORDELES</b>
<i>porta maceteros</i>	<i>A mano (agujeta y agujón)</i>	<i>Telar</i>	Sogas
<i>tapetes de pared</i>	Sombreros	Fundas	Cabos
<i>alfombras</i>	Zapatos	Costales	
<i>cortinas</i>	Bolsos	Mochilas	
<i>hamacas</i>	Tapetes	Bolsos	
<i>bolsos</i>	Porta vasos	Carteras	
<i>correas</i>	Estopas	Tapices	
<i>búhos</i>	Llaveros	Alfombras	
	Monederos		
	Bordados		
	Alfombras		
	Porta fosforeras		

**Fuente:** Checa, C., & Jurado, F. (2002). Mejoramiento de la Calidad de la Cabuya y su Aplicación. (p. 122). Ibarra-Ecuador

**Tabla 10** Productos elaborados con desperdicios y fibras sueltas de cabuya

<b>PRODUCTOS ELABORADOS CON DESPERDICIOS Y FIBRAS SUELTAS</b>
<i>Trenzas</i>
<i>Tapetes</i>
<i>Cojines y colchones</i>
<i>Brochas</i>
<i>Aislante térmico</i>

**Fuente:** Checa, C., & Jurado, F. (2002). Mejoramiento de la Calidad de la Cabuya y su Aplicación. (p. 122). Ibarra-Ecuador

“En lo que concierne al campo textil, la fibra de cabuya se emplea para hacer sogas, rodapiés, alfombrillas, arpillera, sacos, alpargatas, bolsas de mano, entre otras” (Checa & Jurado, 2002).

## CAPITULO IV

### 4 EL ALGODÓN

#### 4.1 GENERALIDADES

El algodón proviene del algodonero, planta del género *Gossypium*, perteneciente a la familia de las malváceas. Es un arbusto pequeño, de flores amarillas y cuyo fruto capsular, dividido en un número de valvas que oscila entre tres y cinco, contiene una serie de semillas rodeadas por prolongaciones filiformes blancas y rizadas, que constituyen las fibras de algodón. Al madurar las semillas, la cápsula se abre y las fibras se proyectan al exterior. Visualmente las fibras son apreciadas a manera de copos de nieve sobre la planta. (PECALTex, 2013)



*Figura 15* Planta del Algodonero

Fuente: [http://pecaltex.com.mx/Pecaltex/Sobre\\_el\\_Algodon\\_files/sunriseOverCottonField.jpg](http://pecaltex.com.mx/Pecaltex/Sobre_el_Algodon_files/sunriseOverCottonField.jpg)

Existen variedades de algodón que dependen en gran medida del clima donde se cultivan y su duración es anual, bienal, trienal, etc. Las tres principales son:

***Gossypium Barbadense***: “Se cultiva en Egipto, con el nombre de Jumel, en Georgia y Florida se le conoce con el nombre de Sea-Island (...) La planta puede vivir de uno a dos años, y una altura de 2 a 3 metros”. (Haro, 2011). Sus fibras son de las más largas y sedosas, y por ende, se logran los mejores hilos peinados.

**Gossypium Hirsutum:** Conocido también como Algodón Americano (Texas, New Orleans, Uplands, Brasil, Argentina, etc.), “es la variedad más extensa y de ella procede la gran cantidad de algodones medios, se producen la mayor producción de hilados medianos (...) Es una planta anual” (Haro, 2011).

**Gossypium Herbaceum:** “Procede de la India, China, Persia, etc., con el cual se producen los hilados de títulos bajos. Es una planta anual y mide un metro de altura, y en climas favorables llega a los dos metros” (Haro, 2011).

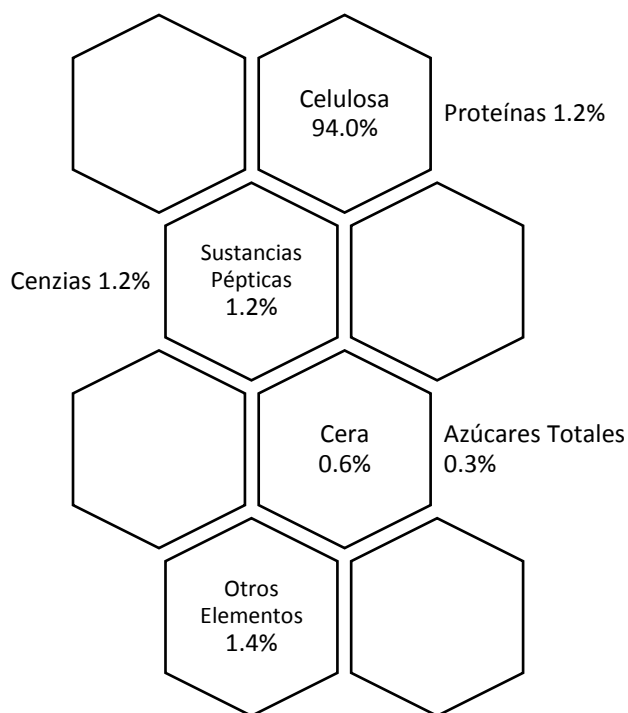
En un principio la palabra algodón significaba tejido fino. Sus fibras son blandas y aislantes, resisten la rotura por tracción como para permitir la confección de tejidos, admiten el blanqueado y teñido. Debido a ello, el algodón se convirtió desde hace mucho en un producto de importancia fundamental para el hombre. (PECALTex, 2013)



**Figura 16** Algodón

**Fuente:** [http://mlm-s2-p.mlstatic.com/algodon-5-semillas-jardin-flores-planta-sdqro-15832-MLM20109379081\\_062014-O.jpg](http://mlm-s2-p.mlstatic.com/algodon-5-semillas-jardin-flores-planta-sdqro-15832-MLM20109379081_062014-O.jpg)

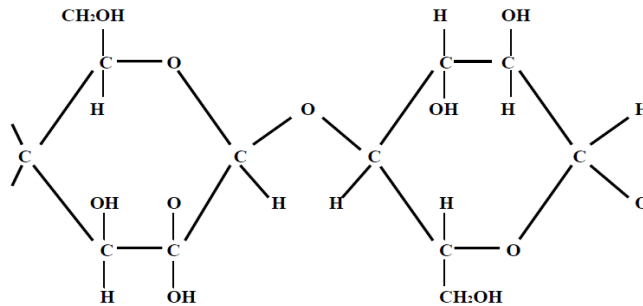
## 4.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ESTRUCTURA MOLECULAR



**Figura 17** Composición Química del Algodón

**Fuente:** Haro, Holguer. (2011). 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. (p. 20). Ibarra. Ecuador.

Si observamos detenidamente la *Figura 18*, Es notorio como la celulosa pura predomina en el algodón, y se presenta en forma de moléculas más o menos orientadas. “De aquí proviene el nombre de materias 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” (Haro, 2011, pág. 20). La unidad de glucosa está constituida por carbono, hidrógeno y oxígeno.



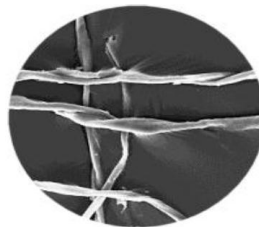
**Figura 18** Fórmula de la Celulosa

**Fuente:** Haro, Holguer. (2011). 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. (p. 20). Ibarra. Ecuador.

### 4.3 PROPIEDADES.

#### 4.3.1 Propiedades Físicas

Vista desde un microscopio, la fibra de algodón se asemeja a una cinta aplanada de gruesos bordes con aspecto retorcido. Ésta retorsión es más marcada cuanto mayor es el grado de madurez de la fibra.



**Figura 19** La Fibra de Algodón

**Fuente:** Haro, Holguer. (2011). 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. (p. 21). Ibarra. Ecuador.

“La masa de la fibra está envuelta por una fina membrana, o cutícula y en su interior presenta un canalillo vacío, llamado lúmen. El algodón es muy sensible a la acción de los ácidos que lo destruyen o modifican profundamente” (Haro, 2011). Alkalís como la sosa cáustica y el carbonato sódico en soluciones débiles no afectan demasiado la fibra aunque la temperatura llegue a 100 °C.

En soluciones muy concentradas de sosa cáustica, se adquieren hilos y tejidos mercerizados o con mucho brillo.

A continuación las propiedades físicas a considerarse en un algodón hilable:

**La Longitud de Fibra**, constituye el factor determinante para la elaboración de hilos finos y uniformes. También tiene una relación directa con la suavidad y la compactibilidad del hilado. (Haro, 2011)

**Tabla 11** Clasificación por la longitud de fibra

<b>FIBRA</b>	<b>LONGITUD</b>	
	MAXIMA (mm)	MEDIA (mm)
<i>Larga</i>	50-53	30-32
<i>Media</i>	35	20-22
<i>Corta</i>	35	16-18

**Fuente:** Haro, Holguer. (2011). 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. (p. 21). Ibarra. Ecuador.

**La Finura** “es el diámetro de la fibra, la medición de la finura se lo realiza con el aparato de laboratorio denominado Micronaire, el cual funciona por corriente de aire, y dependiendo de este análisis se clasifica el algodón” (Haro, 2011)

**Tabla 12** Finura de la fibra

<b>FIBRA</b>	<b>MICRONAIRE</b>
<i>Fina</i>	Inferior a 3
<i>Mediana</i>	4-5
<i>Gruesa</i>	Superior a 6

**Fuente:** Haro, Holguer. (2011). 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. (p. 21). Ibarra. Ecuador.

**La Resistencia** “de las fibras es una cualidad importantísima y va ligada a la elasticidad, formando ambas propiedades lo que se llama nervio del algodón” (Haro, 2011). La resistencia la mide Presley Tester, el cual funciona bajo el



sistema de tracción, su unidad se expresa en Gramos x Tex, RKM (Resistencia por Kilómetro). Hilos fabricados con fibras cortas y gruesas no son muy fuertes, por el contrario un hilo de fibras largas y finas son más fuertes ya que existe mayor cantidad de fibras por sección. (Haro, pág. 23)

**Tabla 13** Resistencia de las fibras de algodón

<b>RESISTENCIA</b>	<b>RKM</b>
<i>Floja o Debil</i>	32-34
<i>Mediana o Semi-fuerte</i>	37-39
<i>Fuerte</i>	43 en adelante

**Fuente:** Haro, Holguer. (2011). 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. (p. 21). Ibarra. Ecuador.

**El Color**, blanco o mantecoso es el preferido, como la gran parte de los algodones de tipo americano. No obstante los algodones finos de Jumel tienen un color amarillo y los del tipo de la India son de color blanco grisáceo o amarillento, con copos de color rojizo. (Haro, 2011)

**La Limpieza**, “influye principalmente en el precio y, como es natural, las clases de la India, que son las más sucias, son así mismo las más económicas” (Haro, 2011).

#### **4.3.2 Propiedades Químicas.**

De acuerdo a Haro (2011), las propiedades químicas básicas de la fibra de algodón son:

*Tabla 14 Propiedades Básicas de la Fibra de Algodón*

<b>P. Químicas</b>	Resistencia a tratamientos con ácidos y álcalis.
	Resistente a la luz solar.
	Se disuelve en ácido sulfúrico concentrado, en frío.
	Resiste a tratamientos de alta temperatura.
	El PH óptimo para procesos químicos va desde 7 hasta 11.
	Es muy resistente a los solventes orgánicos.

**Fuente:** Haro, Holguer. (2011). 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. (p. 21). Ibarra. Ecuador.

## **4.4 ALGODÓN RECICLADO**

### **4.4.1 Características**

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

- Grado de limpieza del material.
- Longitud promedio de la fibra.
- Cohesión del material.

#### **4.4.1.1 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. (Benalcázar, 2004)

#### **4.4.1.2 Longitud promedio de la fibra.**

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

#### **4.4.1.3 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. (Benalcázar, 2004)

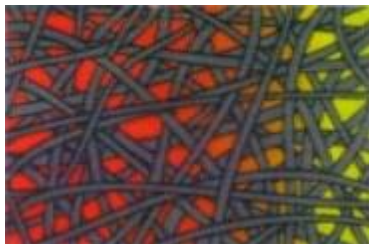
## CAPITULO V

### 5 NO-TEJIDOS

#### 5.1 DEFINICIÓN DE 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. El no-tejido es también conocido como nonwoven (inglés), não tecido (portugués), tessuto nontessuto (italiano), nontissé (francés) o vliessoffe (alemán). (Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Tecnicos, 2005)

Por el contrario, el tejido es una estructura producida por el entrelazamiento de un conjunto de hilos (urdimbre) con otro conjunto de hilos (trama) formando ángulos próximos a 90°.



**Figura 20** No Tejido



**Figura 21** Tejido

Fuente: Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos (2005). Manual de No-Tejidos (p. 2). Traducción y adaptación por Adrián Borovich – Megaplastic, 2005 ©

#### 5.2 CLASIFICACIÓN DE LOS NO-TEJIDOS

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. (Non-Woven, pág. 2)

## 5.2.1 Por Gramaje

Liviano:

- menor a 25 grs/m<sup>2</sup>

Medio:

- entre 26 y 70 grs/m<sup>2</sup>

Pesado:

- entre 71 y 150 grs/m<sup>2</sup>

Muy pesado:

- mayor a 150 grs/m<sup>2</sup>

**Figura 22** Clasificación por gramaje (peso por unidad de superficie)

**Fuente:** Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos (2005). Manual de No-Tejidos (p. 3). Traducción y adaptación por Adrián Borovich – Megaplastic, 2005 ©

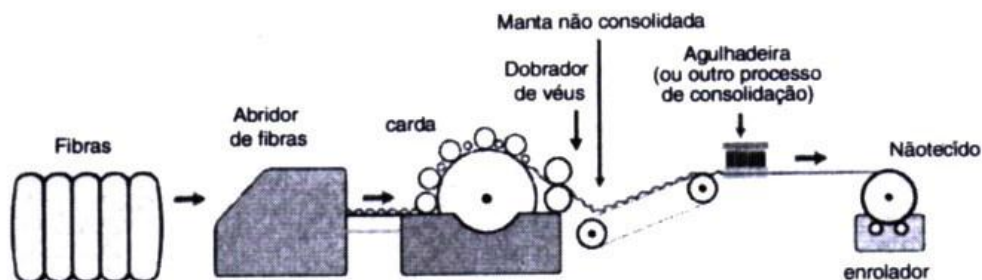
## 5.2.2 Clasificación por Formación de la Manta (web forming)

La manta, estructura aún no consolidada es formada por una o más capas de velos de fibras o filamentos obtenidos por tres procesos diferentes: Vía seca, Vía húmeda y Vía fundida (Non-Woven, pág. 3)

### 5.2.2.1 Vía Seca (Dry Laid)

En el proceso de vía seca podemos incluir los no tejidos producidos a través de carda (Carded) y vía aérea / flujo de aire (Air Laid).

**En el proceso de vía carda** las fibras son dispuestas en forma paralela por cilindros recubiertos de “dientes peinadores” que forman mantas anisotrópicas, pudiendo estas mantas ser cruzadas en capas. (Non-Woven, pág. 3)



**Figura 23** Proceso de fabricación vía carda, consolidación por agujas (Carded)

**Fuente:** Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos (2005). Manual de No-Tejidos (p. 3). Traducción y adaptación por Adrián Borovich – Megaplastic, 2005 ©



**Figura 24** Processo de fabricação via aérea / fluxo de aire (Air Laid)

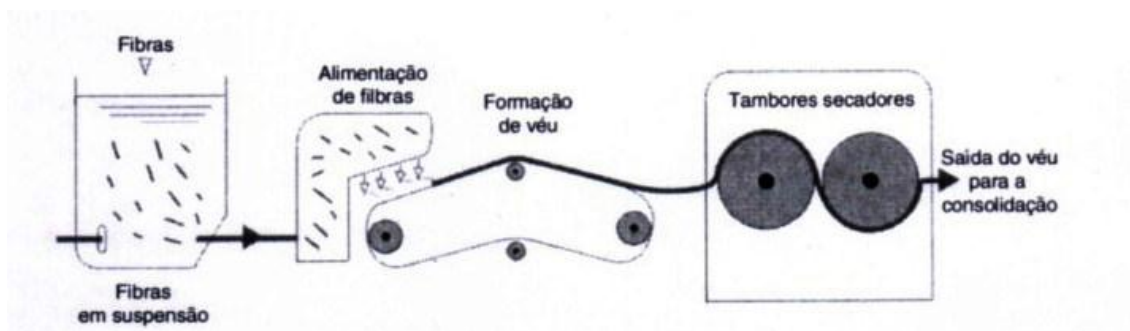
**Fuente:** Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos (2005). Manual de No-Tejidos (p. 3). Traducción y adaptación por Adrián Borovich – Megaplastic, 2005 ©

En el proceso de vía aérea / flujo de aire, las fibras son suspendidas en un flujo de aire y después son colectadas en una tela formando la manta.

En estos procesos y en los de vía húmeda se trabaja con materias primas en forma de fibras. (Non-Woven, pág. 3)

### 5.2.2.2 Vía húmeda

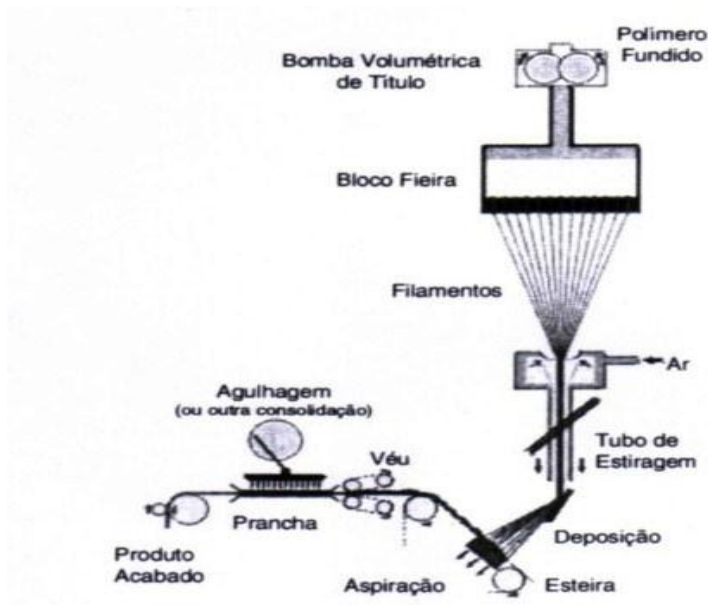
En el proceso de vía húmeda (Wet Laid) las fibras son suspendidas en un medio acuoso y después son colectadas a través de filtros por una cama, en forma de manta. (Non-Woven, pág. 4)



**Figura 25** Processo de fabricação por via húmeda

**Fuente:** Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos (2005). Manual de No-Tejidos (p. 4). Traducción y adaptación por Adrián Borovich – Megaplastic, 2005 ©

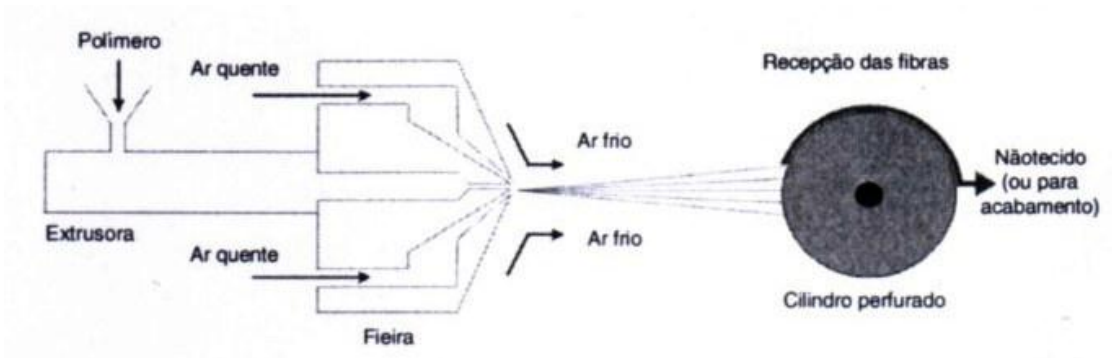
### 5.2.2.3 Vía Fundida (Molten Laid)



**Figura 26** Proceso de fabricación Spunweb / Spunbond – Consolidación por agujas.

**Fuente:** Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos (2005). Manual de No-Tejidos (p. 5). Traducción y adaptación por Adrián Borovich – Megaplastic, 2005 ©

En el proceso Meltblown un polímero plástico es fundido a través de una extrusora y pasado por un “cabezal” con orificios muy pequeños, inmediatamente un flujo de aire caliente solidifica la masa en forma rápida formando fibras muy finas, que son sopladas en altas velocidades sobre una tela colectora formando así la manta. (Non-Woven, pág. 5)



**Figura 27** Proceso de fabricación Meltblown

**Fuente:** Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos (2005). Manual de No-Tejidos (p. 5). Traducción y adaptación por Adrián Borovich – Megaplastic, 2005 ©

### 5.2.3 Por consolidación de la manta (Web bonding)

Luego de la formación del velo o de la manta es necesario realizar la consolidación (unión de las fibras o filamentos), que en gran parte de los no tejidos también da la terminación superficial necesaria para el producto final. Existen tres métodos básicos para la consolidación / acabado de los no tejidos que a su vez pueden ser combinados entre sí: Mecánico (fricción), Químico (Adosado) y Térmico (Cohesión). (Non-Woven, pág. 5)

#### 5.2.3.1 Mecánico – por agujas (Needlepunched)

Las fibras o filamentos son entrelazados a través de penetración alternada de muchas agujas que poseen pequeños ganchos salientes. (Non-Woven, pág. 6)

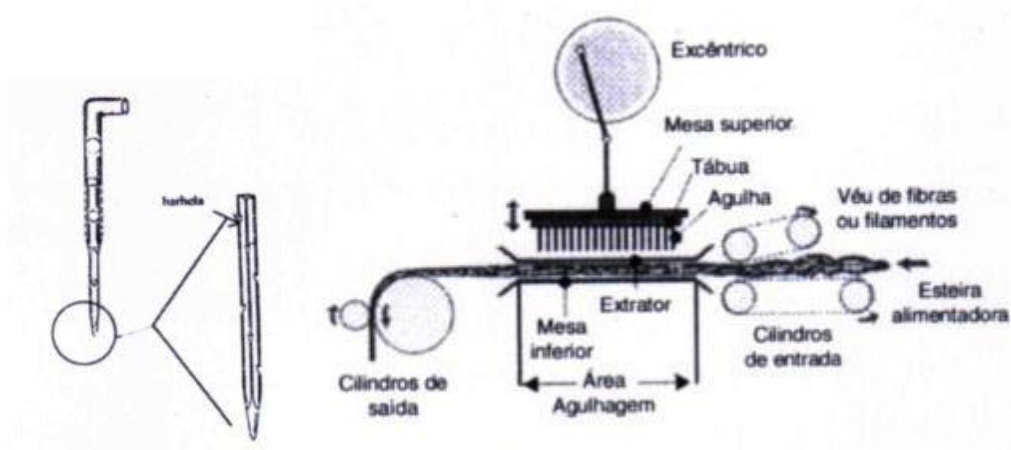


Figura 28 Aguja

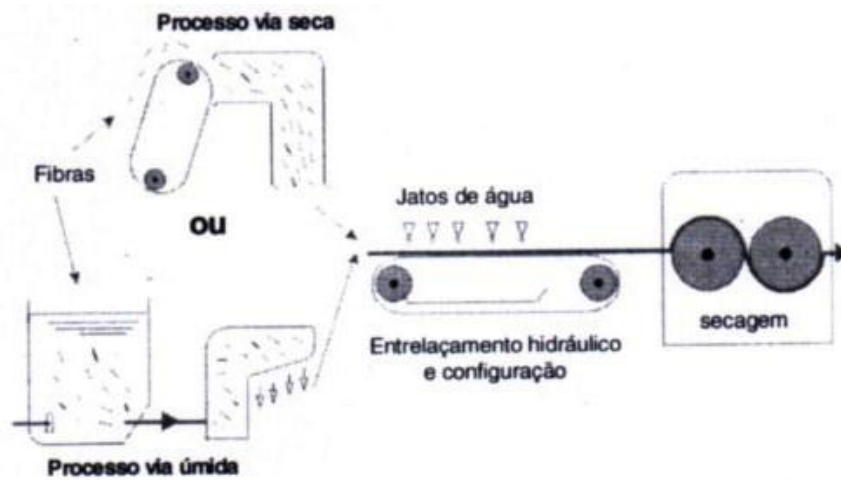
Figura 29 Proceso de consolidación por agujas

Fuente: Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos (2005). Manual de No-Tejidos (p. 6). Traducción y adaptación por Adrián Borovich – Megaplastic, 2005 ©

#### 5.2.3.2 Mecánico-Hidroentrelazamiento (Spunlaced o Hydroentangled)

El entrelazamiento de las agujas es hecho por la penetración de la manta de chorros de agua a altas presiones. (Non-Woven, pág. 6)



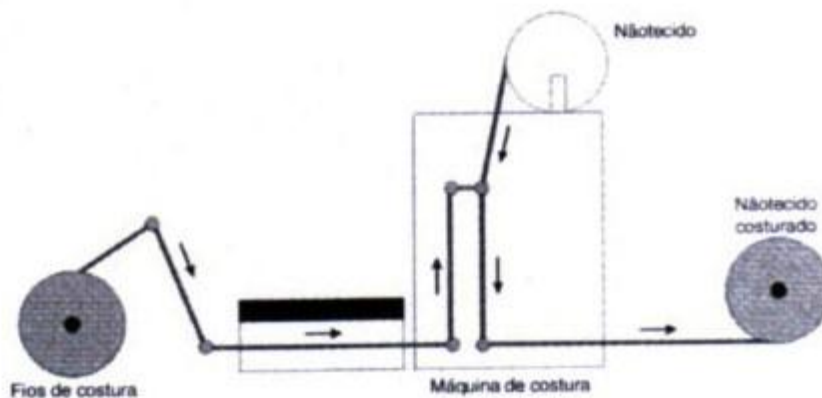


**Figura 30** Proceso de consolidación Spunlaced

**Fuente:** Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos (2005). Manual de No-Tejidos (p. 7). Traducción y adaptación por Adrián Borovich – Megaplastic, 2005 ©

### 5.2.3.3 Mecánico - Costura (Stichbonded)

Proceso de consolidación o acabado a través de inserción de hilos de costura de manta o proceso sin hilos, que trabaja con las propias fibras del no tejido para realizar la costura. (Non-Woven, pág. 7)

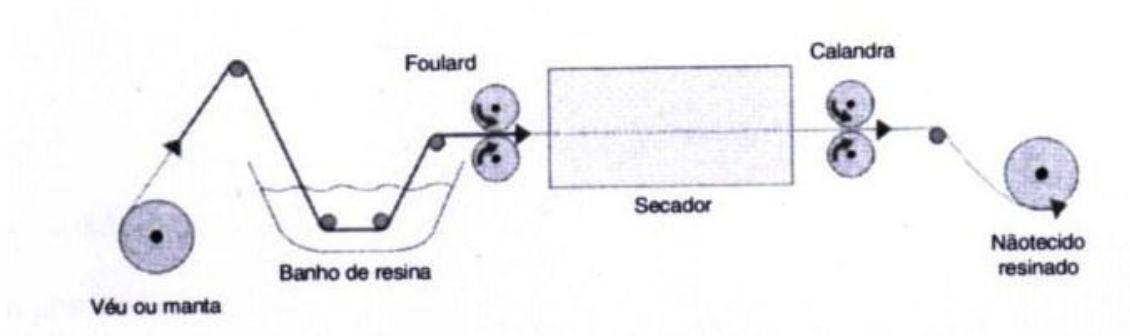


**Figura 31** Proceso de consolidación por costura (Stichbonded)

**Fuente:** Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos (2005). Manual de No-Tejidos (p. 7). Traducción y adaptación por Adrián Borovich – Megaplastic, 2005 ©

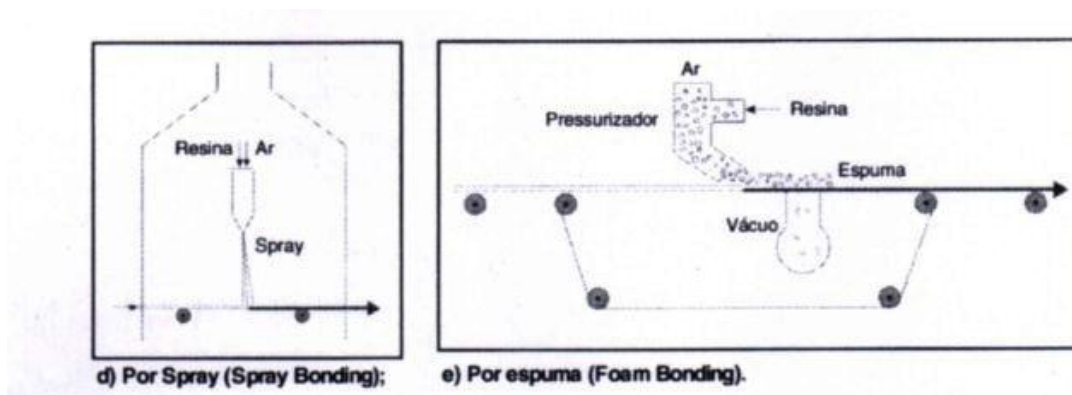
### 5.2.3.4 Químico -Resinado (Resin Bonded)

Los ligantes químicos (resinas) realizan la unión de las fibras o filamentos del no tejido. Existen varios tipos de proceso de resinado. (Non-Woven, pág. 7)



**Figura 32** Proceso de consolidación por resinado a través de impregnación (Saturation bonding)

**Fuente:** Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos (2005). Manual de No-Tejidos (p. 7). Traducción y adaptación por Adrián Borovich – Megaplastic, 2005 ©

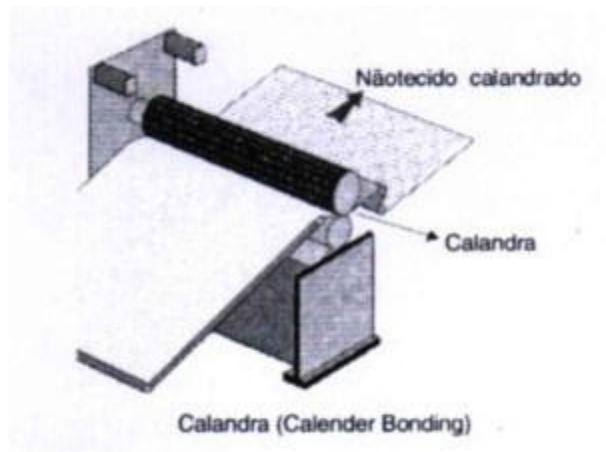


**Figura 33** Proceso de consolidación por resinado a través de spray o pulverización (Spray bonding) y a través de espuma (Foam bonding).

**Fuente:** Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos (2005). Manual de No-Tejidos (p. 8). Traducción y adaptación por Adrián Borovich – Megaplastic, 2005 ©

### 5.2.3.5 Térmico (Thermobonded)

Las uniones entre las fibras o filamentos del no tejido son realizadas por la acción del calor a través de la fusión de las propias fibras o filamentos. (Non-Woven, pág. 8)



**Figura 34** Proceso de consolidación por calandra (Calender bonding)

**Fuente:** Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos (2005). Manual de No-Tejidos (p. 8). Traducción y adaptación por Adrián Borovich – Megaplastic, 2005 ©



**Figura 35** Proceso de consolidación por el pasaje de aire caliente en un cilindro perforado (Through-Air bonding)

**Fuente:** Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos (2005). Manual de No-Tejidos (p. 8). Traducción y adaptación por Adrián Borovich – Megaplastic, 2005 ©

#### 5.2.4 Por transformación, acabado y/o conversión del no-tejido (Fabric finishing / Converting)

Una vez fabricados los no tejidos son habitualmente dispuestos en grandes bobinas, y llamados internacionalmente “Roll Good”, pudiendo tener un proceso posterior de transformación o conversión. Se pueden utilizar varios tipos de transformación para los no tejidos: corte en menores dimensiones y piezas, confección, doblado, impregnación, cobertura, adhesivado, pigmentación, estampado, impresión, laminación, entre otras; incluso algunos procesos de

consolidación que ya han sido mencionado (perforado, calandrado, resinado, costura y otros). (Non-Woven, pág. 9)

### **5.2.5 Por las materias primas utilizadas**

En la mayoría de los casos las fibras/filamentos representan la principal materia prima de los no tejidos. Su proporción final varía del 30% al 100%. Es siempre indispensable la indicación nominal y porcentual de la composición de sus materias primas constituyentes. Las propiedades de las fibras/filamentos sumadas a los procesos de fabricación, consolidación y transformación definen las características finales de los no tejidos como también su desempeño. (Non-Woven, pág. 9)

**Artificiales:** viscosa, vidrio, silicona, acetato

**Naturales:** lana, algodón, coco, sisal, cashmere, asbesto, metálicas (níquel-cromo, cesio-cromo)

**Sintéticas:** poliéster, polipropileno, poliamida (Nylon), poliacrilonitrila (acrílico), polietileno, policarbonato

Los agentes ligantes (resinas) son productos químicos usados para la unión, transformación y acabado de los no tejidos (Non-Woven, pág. 9)

**Dispersiones** poliméricas: látex sintético (polímero insaturado en butadieno), polímeros de ácido acrílico, polímeros vinílicos (acetato de vinilo, clorato de vinilio) o copolímeros de éstos

**Soluciones:** poliuretano y goma siliconada

**Sólidos:** termoplásticos (poliamidas, polietileno, EVA, PVC) y termofijos (resina fenólica).

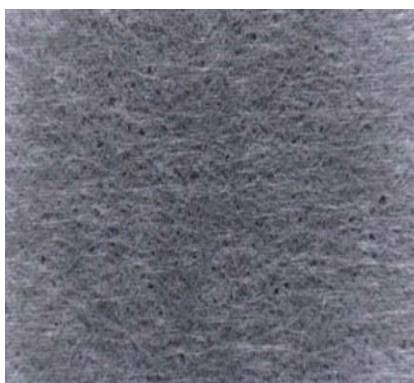
## **5.3 ACABADO SUPERFICIAL DEL NO TEJIDO**

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. A continuación algunas descripciones e imágenes de acabados de no tejidos: (Non-Woven, pág. 12)

#### 5.3.1.1 Perforado

Raspando, perforando o empujando la superficie del no tejido, las fibras del no tejido pueden ser retiradas con mayor facilidad en comparación con otros procesos. Dependiendo del tipo de aguja que se utilizó, se pueden ver los orificios en la manta. Esto también puede ser verificado con un corte transversal para ver con mayor detalle el comportamiento del no tejido al perforado. (Non-Woven, pág. 12)

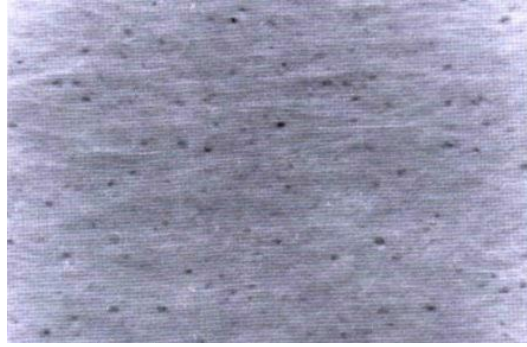


**Figura 36** Foto ampliada de un no tejido perforado

**Fuente:** Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos (2005). Manual de No-Tejidos (p. 12). Traducción y adaptación por Adrián Borovich – Megaplastic, 2005 ©

#### 5.3.1.2 Resinado

Raspando la superficie del no tejido con algún objeto rígido se produce una ruptura de la cadena polimérica de la resina y normalmente se forma un poro. La existencia de un poro indica que el no tejido fue resinado. (Non-Woven, pág. 12)

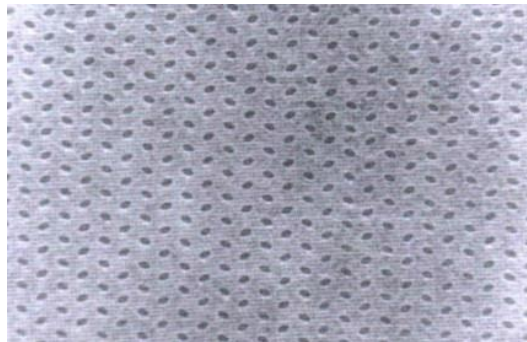


**Figura 37** Foto ampliada de un no tejido resinado

**Fuente:** Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos (2005). Manual de No-Tejidos (p. 13). Traducción y adaptación por Adrián Borovich – Megaplastic, 2005 ©

### 5.3.1.3 Termoligado (calandrado)

Este tipo de no tejido tiene la particularidad de haber recibido una grabación en su superficie también llamado gofrado, o bien se presenta con una superficie bien lisa; son materiales compactados y sin fibras o filamentos en su superficie. Normalmente son muy poco espesos y tienen un tacto similar al papel. (Non-Woven, pág. 13)



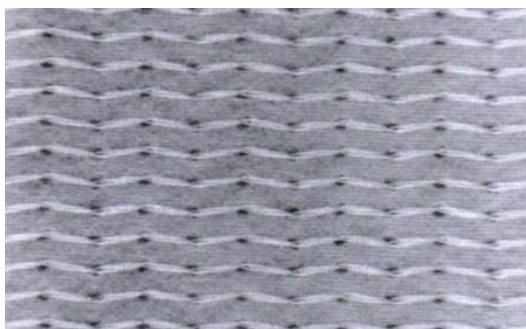
**Figura 38** Foto ampliada de un no tejido calandrado

**Fuente:** Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos (2005). Manual de No-Tejidos (p. 13). Traducción y adaptación por Adrián Borovich – Megaplastic, 2005 ©

### 5.3.1.4 Costurado

Es posible reconocer los hilos de costura en las superficies del no tejido; es posible tirar de ellos ya que son continuos. Existe también la costura sin hilos, en los cuales es posible observar la costura solo en una superficie y en el caso de tirar de esta costura se obtiene fibras, y no filamentos continuos. (Non-Woven, pág. 13)

#### Fotos ampliadas de no tejido cosidos



**Figura 39** Cosido con hilos



**Figura 40** Cosido sin inserción de hilos

**Fuente:** Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos (2005). Manual de No-Tejidos (p. 14). Traducción y adaptación por Adrián Borovich – Megaplastic, 2005 ©

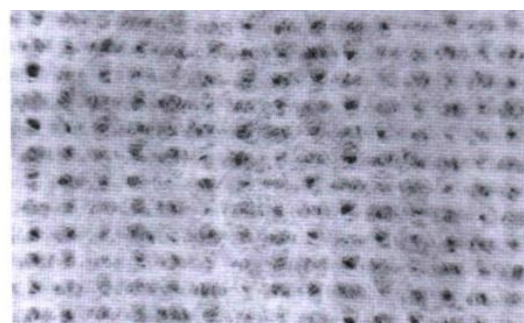
#### 5.3.1.5 Spunlaced

Normalmente son no tejidos con un toque y tacto suave y agradable, prácticamente sin fibras sueltas en la superficie (linting free), mayor resistencia que un material perforado para soltar las fibras después de una abrasión a la superficie. Generalmente se observa una orientación de las fibras y también la formación de un diseño originado por el proceso de fabricación (tela) (Non-Woven, pág. 14)

#### Foto ampliada de no tejido spunlaced



**Figura 41** Liso



**Figura 42** Abierto

**Fuente:** Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos (2005). Manual de No-Tejidos (p. 14). Traducción y adaptación por Adrián Borovich – Megaplastic, 2005 ©

### 5.4 APLICACIONES Y USOS FINALES DE LOS NO TEJIDOS

Existen muchos usos para los no tejidos, en este texto mencionamos apenas algunas aplicaciones más importantes del mercado: (Non-Woven, págs. 9,10)

**Tabla 15** Aplicaciones más importantes del mercado

**Tabla 16** Aplicaciones más importantes del mercado

**USOS Y APLICACIONES**

<b>Industria automotriz</b>	Aislación térmica y acústica (anti-ruídos), Base de piezas moldeadas, Terminación superficial, 1° y 2° base de tufting, Separadores de batería, Revestimientos internos de paneles laterales, Refuerzo de asientos, filtros, y otros.
<b>Comercio</b>	Embalajes, bolsas y cintas decorativas, Rellenos de calzados, rellenos de regalos, Decoración de vitrinas, otros
<b>Construcción civil e impermeabilización</b>	Como armadura de sistemas asfálticos, Impermeabilización en tejas, tejados, subsuelos, Como aislante térmico de paredes, techos y otros usos
<b>Doméstico</b>	Paños de limpieza, paños para pulir, limpiar o enjuagar, Saquitos de café y té, Filtros de aceite, Base y relleno en alfombras y tapetes, Decoración de paredes, Protección y cobertura de almohadas y colchones, sustratos de laminados sintéticos para muebles, Cobertores, toallas de mesa, Persianas, Relleno de acolchados y edredones, etc.
<b>Filtración</b>	Filtros para sólidos, líquidos (aceites, solventes químicos) y otras impurezas. Filtrado de alimentos, aire, aceites minerales, exhaustores, filtros industriales
<b>Higiene personal</b>	Velo de superficie para pañales de bebés y adultos, absorbentes femeninos, Pañuelos de papel, Paños de limpieza para bebés e higiene de adultos y pacientes médicos.
<b>Industrial</b>	Elementos filtrantes para líquidos y gases, cables eléctricos, cintas adhesivas, Plásticos reforzados para embarcaciones tubos y piezas técnicas, abrasivos, correas, etiquetas, pisos plásticos, envolturas, etc.
<b>Médico hospitalario</b>	Productos descartables como máscaras, barbijos, gorros, cubrecalzado, gasas, etc. En áreas ambulatorios y medicinal, quirúrgico
<b>Obras geotécnicas e ingeniería civil</b>	Geo-textiles para estabilización del suelo, drenaje, control de erosión, recapamiento asfáltico, refuerzos en canales y contención de costas
<b>Indumentaria</b>	Entretelas de uso general para confecciones, Componentes de materias primas para calzados deportivos y de tenis, Ropas infantiles, Forros internos en chaquetas, Hombreras, etc.

**Fuente:** Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos (2005). Manual de No-Tejidos (p. 9-10). Traducción y adaptación por Adrián Borovich – Megaplastic, 2005 ©



#### **5.4.1 Principales Aplicaciones de No Tejidos**

Geotextiles, 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 y bases de carpetas

## **CAPITULO VI**

### **6 ELABORACIÓN DEL NO TEJIDO EN MEZCLA DE CABUYA Y ALGODÓN RECICLADO**

#### **6.1 ADQUISICIÓN DEL MATERIAL**

El algodón reciclado, parte de la materia prima necesaria en el proyecto de investigación, fue suministrado gracias al Tecnólogo Oscar Cajas, quien en su labor profesional dentro de las Industrias Textiles de la ciudad de Quito, fue el contacto que permitió el acercamiento con dichas empresas. Normalmente el costo del material va desde los 8 dólares el kilogramo de algodón, y agrupa tanto el desperdicio de cardas como peinadoras, con el peso mínimo de comercialización a partir de los 50 kg.

En lo que se refiere a la adquisición de la fibra de cabuya blanca; en la ciudad de Otavalo entre las calles Ricaurte y Salinas “Barrio el Cardón” se encuentra un centro de acopio de fibra de cabuya blanca. El peso mínimo de comercialización es de un quintal por el valor de 60 dólares. Los elementos restantes se los compró en almacenes Kiwi. A continuación se mencionan los materiales requeridos en la elaboración de los sustratos.

- Sacos de Cabuya.- Las mallas del saco permiten una mejor soporte de los bolsillos no-tejidos
- Hilo y Pabilo 100% CO.- Útil al momento de unir y coser los bolsillos
- Fibras de Cabuya.- Brinda mayor resistencia al sustrato no-tejido
- Fibras de Algodón.- Permite el almacenamiento de humedad en el bio-sustrato
- Tubo de pecera.- Suministra de líquido vital en el mantenimiento del jardín vertical.

## 6.2 SELECCIÓN DE LAS FIBRAS

Debido a la naturaleza del no-tejido en mezcla, la exigencia en la calidad de la materia prima, sobre todo la del algodón, no es la máxima requerida; no así, las fibras de cabuya deben estar en las mejores condiciones posibles.

En ambos casos se ha de considerar:

**El estado de la materia prima.-** que principalmente no se encuentren deterioradas o en estado de putrefacción.

**La longitud de la materia prima.-** las fibras de cabuya deben tener buen aspecto, ser largas, rígidas y de color uniforme; en cuanto al algodón, no es necesario determinar una longitud promedio de fibra puesto que el sustrato no-tejido aprovechara las fibras que normalmente son desechadas. Lo que nos interesa es que dichas fibras posean aún un cierto grado de cohesión y que no estén rotas o muertas.

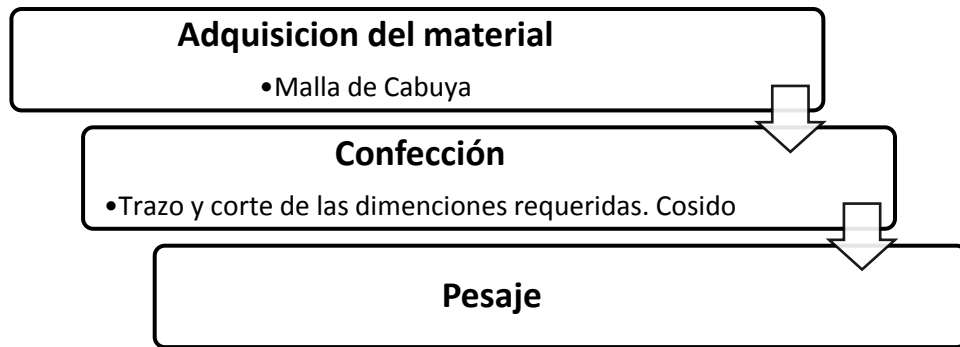
## 6.3 ELABORACIÓN DEL SUSTRATO NO-TEJIDO DE CABUYA/ALGODÓN

La elaboración del sustrato alternativo es artesanal en su totalidad ya que utilizamos medios caseros para su formación. A continuación se detalla el flujograma de procesos.



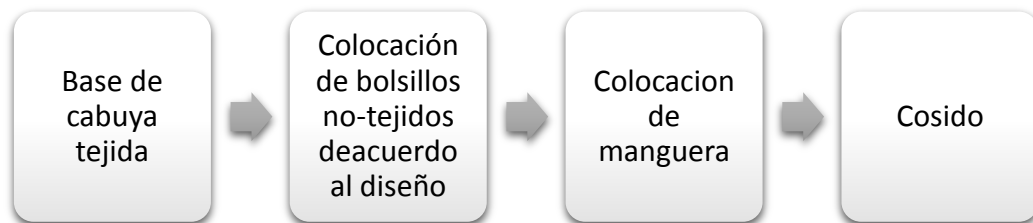
**Figura 43** Flujograma de Elaboración del bolsillo No-tejido con fibras de Cabuya y Algodón

Elaborado por: Autor



**Figura 44** Flujograma de Elaboración de la base del sustrato natural.

**Elaborado por:** Autor



**Figura 45** Flujograma de Elaboración del sustrato natural.

**Elaborado por:** Autor

## 6.4 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL SUSTRATO NO-TEJIDO

El sustrato natural consta de los siguientes elementos:

- a. Bolsillos no-tejidos
- b. Malla base de sujeción

En la *Figura 43* se muestra concretamente los pasos a seguir en cuanto a la elaboración del no-tejido y a continuación se detallara cada una de ellos.

## 6.5 ELABORACIÓN DE LOS BOLSILLOS NO-TEJIDOS

A continuación se describe el proceso de elaboración de los bolsillos no-tejidos para su posterior acoplamiento en el sustrato base.

### 6.5.1 Preparación del material de cabuya

El primer paso a seguir para la elaboración de los bolsillos no-tejidos, supone inicialmente tomar en cuenta una paca de cabuya (*Imagen 1*); debido a la longitud de las fibras éstas se encuentran como mechones agrupados en forma de cortina y dobladas en tres secciones. Cada paca pesa alrededor de 6.25lb aprox.



**Imagen 1** Selección de la paca de Cabuya



**Imagen 2** Apertura de la paca de Cabuya

Por: Autor

### 6.5.2 Remojo y Escurrido

La numerosa cantidad de impurezas en cada uno de los mechones de cabuya, dio paso a un remojo de la “cortina” en agua tibia sin detergente durante 30 minutos (*Imagen 3*). Con ello se facilita el desprendimiento de las impurezas adheridas a las fibras facilitando al cepillado.

Una vez trascurrido el tiempo de remojo, escurrimos a temperatura ambiente (*Imagen 4*)



**Imagen 3** Remojo de la cortina de fibras



**Imagen 4** Escurrido de la cortina de fibras

**Fotografía:** Autor

### 6.5.3 Cepillado eliminación de impurezas y paralización



**Imagen 5** Malla de Cabuya cepillada



**Imagen 6** Sección de la malla cepillada

**Fotografía:** Autor

Una vez escurrido el exceso de agua de la cortina de fibras, procedemos a enrollarla y a sujetarla muy fuerte de la parte superior. Una vez que el conjunto de fibras estén bien ancladas y con la ayuda de un cepillo de acero, procedemos a cardar uno por uno los mechones de cabuya (*Imagen 5*). La humedad contenida en las fibras hará que el cepillado sea más sencillo hasta que logren una apariencia más lisa y brillante (*Imagen 6*). Con el cepillado se facilitará el siguiente paso que es el de paralelizar y agrupar las fibras.



**Imagen 7** Mechón de Cabuya cepillada



**Imagen 8** Mechón de cabuya y cepillo metálico

**Fotografía:** Autor

#### 6.5.4 Pesaje



**Imagen 9** Mechón de Cabuya de un bolsillo

**Fotografía:** Autor

Para determinar un aproximado de fibras en cada bolsillo: hay que tomar un mechón de cabuya, separar las fibras a lo ancho de tal manera que parezca un velo hasta completar 12 cm (ancho de bolsillo), pueden añadirse otros mechones si es necesario, lo importante, es asegurarse de que no existan espacios vacíos entre fibra y fibra

Una vez pesado el “mechón muestra” (66g), preparamos las restantes (*Imagen 9*). La cantidad de bolsillos que necesitamos para los dos sustratos es de veinticuatro en total, por lo tanto, se toman veinticuatro mechones de aproximadamente la misma cantidad de fibras de la primera muestra, sin olvidar verificar el ancho de bolsillo.



### **6.5.5 Preparación del material de algodón reciclado**

Las fibras de algodón permitirán que el no-tejido retenga humedad, por ello su ubicación va en la parte intermedia del mismo. De esta manera, las fibras no se maltratarán en el interior del bolsillo, adecuando de mejor manera la permanencia de la planta en su interior.



**Imagen 10** Muestra de 10g de algodón

**Fotografía:** Autor

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).

### **6.5.6 Conformación del sustrato No-tejido Cabuya / Algodón**

Cada uno de los dos jardines consta de un sustrato natural conformado por 12 bolsillos, todos ellos constituidos en su mayor parte por fibras de cabuya (visibles externamente) a la vez que internamente albergan fibras de algodón dispuestas en toda la extensión del bolsillo.

### **6.5.7 Acabado superficial: Adhesivo de Silicona**

La colocación de goma siliconada sobre la superficie de las fibras, nos permite mantener tanto a la cabuya como al algodón, unidos en una misma posición sin riesgo a deformaciones mientras están expuestas a la humedad del medio.



**Imagen 11** Cortina de cabuya y adhesivo de silicona; **Imagen 12** Materiales empleados



**Fotografía:** Autor

En este momento, el primer paso es el de tensar el mechón 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 (*Imagen 12*). Con la ayuda de un metro y un marcador, delimitamos el área de consolidado, el cual supone 48 cm de longitud.



**Imagen 13** Colocación del adhesivo de silicona consolidadas



**Imagen 14** Fibras de cabuya y algodón

**Fotografía:** Autor

Para la aplicación de la silicona, empleamos una placa metálica sin filo (*Imagen 13*), y con ella expandimos la silicona de arriba hacia abajo teniendo cuidado de que las fibras no se desubiquen de su sitio. Una vez terminado, esperamos que seque y volteamos para repetir la operación; seguidamente sobreponemos las fibras de algodón para que se queden fijas junto a la cabuya y no haya el

riesgo de que éstas se muevan en su interior. Las fibras de algodón deben colocarse un centímetro por debajo de la línea de referencia.

### 6.5.8 Secado

Teniendo en cuenta que las fibras de algodón deben mantenerse en el interior del no-tejido, colocamos un poco de silicona en los extremos, contorno e interior del manto de fibras para luego doblar el rectángulo a la mitad (*Imagen 15*); las líneas de referencia que fueron marcadas al inicio del consolidado facilitan la operación. Finalmente con un poco de presión y a temperatura ambiente dejamos que seque y endurezca.



**Imagen 15** Muestra de no-tejido recién doblada

**Fotografía:** Autor

### 6.5.9 Cosido



**Imagen 16** Muestra respuntada en máquina recta; **Imagen 17** Varias muestras siendo respuntadas

**Fotografía:** Autor

Con el fin de evitar posteriores deformaciones y desprendimiento de fibras en los bordes de los bolsillos, se recomienda respuntar cada una de las muestras no-tejidas; de esta manera se logra reforzar el área comprendida del bolsillo otorgándole una mejor estabilidad y durabilidad (*Imagen16 y 17*)



**Imagen 18** Área no-tejida respuntada



**Imagen 19** Varias muestras terminadas

**Fotografía:** Autor

Es recomendable que antes de proceder a reforzar el contorno de cada una de las muestras no-tejidas, se recorten los excesos de fibras para que se facilite su manipulación en la máquina recta. La *Imagen 18 y 19*, evidencian el resultado final.

### 6.5.10 Moldeado



**Imagen 20** Medición de la temperatura



**Imagen 21** Valor de temperatura del tubo de vapor

**Fotografía:** Autor

La temperatura del tubo galvanizado es de aproximadamente 100°C, con ello el moldeo de la base del bolsillo se hace muy sencillo como lo indica la *Imagen*

22. Tomando por los extremos cada muestra y ejerciendo una leve presión hacia el centro del tubo se logra deformar el no-tejido. Finalizado el procedimiento, se logra marcar el lugar donde se realizará el doblez, el cual hará las veces de base del bolsillo (*Imagen 23*).



Imagen 22 Moldeado de la base del bolsillo



Imagen 23 Base de bolsillos señaladas

Fotografía: Autor

El moldeado de la muestra no-tejida se efectúa con ayuda de vapor de agua, para ello emplearemos el que se genera en una vaporizadora convencional. La temperatura promedio de la máquina es de 88°C (*Imagen 26*) y no representa ningún riesgo para el no-tejido natural.



Imagen 24 Toma de la temperatura



Imagen 25 Temperatura de la vaporizadora

Fotografía: Autor

Con ayuda de la vaporizadora, las muestras se ablandan ligeramente con cada dispersión de vapor (*Imagen 26 y 27*), facilitándose de esta forma la manipulación de cada una de ellas. El tiempo de exposición al vapor es de aproximadamente 12 segundos cada lado.



**Imagen 26** Ablandamiento de la muestra



**Imagen 27** Ablandamiento de la muestra

**Fotografía:** Autor

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 (Imagen 28).



**Imagen 28** Moldeado del bolsillo



**Imagen 29** Inmovilización del bolsillo

**Fotografía:** Autor

Con la ayuda de pinzas o ganchos de ropa, sujetamos y presionamos los bordes del bolsillo para que mientras éste se seque, adopte esa posición final (Imagen 29 y 30).



**Imagen 30** Bolsillo inmovilizado



**Imagen 31** Costura del bolsillo no-tejido

**Fotografía:** Autor

### 6.5.11 Acabado y Costura de refuerzo de los bolsillos

Cuando el bolsillo no-tejido este seco completamente, cerramos los costados del mismo con hilo o pabito de algodón 100%. Si fuere necesario, para un mejor refuerzo colocar adhesivo de silicona en espacios donde el algodón quede expuesto (*Imagen 31*). Finalmente, para culminar la elaboración de los bolsillos, cortamos los excesos de fibras tanto de la parte superior y de los costados del mismo.

### 6.5.12 Pesaje de las muestras

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

**Tabla 17** Tabla Descriptiva de Peso por Bolsillo (Jardín 1)

<i>Muestra</i>	<i>PI (Mecha)(g)</i>	<i>Cabuya Des. (g)</i>	<i>P (CO) (g)</i>	<i>P Bolsillo (g)</i>	<i>Gramaje (g/cm<sup>2</sup>)</i>
#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

**Elaborada por:** Autor

**Tabla 18** Tabla Descriptiva de Peso por Bolsillo (Jardín 2)

Muestra	PI (Mecha)(g)	Cabuya Des. (g)	P (CO) (g)	P Bolsillo (g)	Gramaje (g/cm <sup>2</sup> )
#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

Elaborada por: Autor

## 6.6 MALLA BASE DEL SUSTRATO NATURAL

La malla tejida de cabuya permite la colocación de los demás elementos que conforman el jardín; siendo ésta indispensable base de sujeción, debe brindar estabilidad a toda la estructura mientras cuelga.



**Imagen 32** Mallas tejidas de Cabuya y materiales requeridos

Fotografía: Autor

Para ello requerimos sacos de cabuya en buen estado, preferiblemente que no hayan sido utilizados con anterioridad; con la ayuda de unos pesos, abrimos y extendemos la malla para poder realizar trazos, líneas y puntos de referencia que nos permitan proyectar la forma y el diseño que buscamos adquirir en los jardines; la colocación de los bolsillos ya terminados nos servirán al momento de centralizar el proyecto en la malla.



La primera malla (destinada al jardín interior) dispone una dimensión de 40 cm de ancho por 60 cm de largo; ya que los bolsillos no tejidos ocupan una distancia de 35cm de ancho y 53 de largo. Los centímetros restantes (7) a lo largo, permiten un doblar por el cual el sustrato formara un marco tanto superior como a los costados.



**Imagen 33** Medición de distancias



**Imagen 34** Prueba de distancias

**Fotografía:** Autor

La segunda malla de 70x70 (cm) (Jardín destinado a exteriores), cubrirá la superficie de soporte del jardín. La cabuya brindará a nuestro no-tejido la firmeza necesaria para poder soportar el peso de una planta promedio.

## **6.7 CONFECCIÓN DEL SUSTRATO NATURAL**

El sustrato natural está conformado por la base de cabuya tejida, en la cual se hicieron trazos y medidas correspondientes, y los bolsillos no-tejidos; los mismos que ocuparan un área específica de acuerdo a la cantidad de algodón contenido en su interior (*Imagen 35*). El método empleado es el de la costura manual, tanto para los bolsillos a la base tejida como los acabados de la estructura en sí.

En total se consideran 2 mallas base y 24 bolsillos no-tejidos para conformar los dos sustratos naturales que representaran a cada jardín vertical. El que estará colocado uno en el exterior de la vivienda y el otro dentro de ella. Hay elementos que deben proveerse antes de iniciar el proceso de confección de los sustratos: la canaleta para la recogida de agua y los bolsillos no tejidos agrupados en tiras para su fácil costura en el sustrato.



**Imagen 35** Agrupación de los elementos que conforman el sustrato natural (base y bolsillos)

**Fotografía:** Autor

### 6.7.1 Recogida del Agua (Canaleta)

La canaleta es indispensable para la recogida del agua en el jardín; un tubo de PVC de  $\frac{1}{2}$  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 (*Imagen 36 y 37*); para poder colocar las canaletas en la estructura realizamos pequeñas perforamos en los bordes. La *Imagen 38*, muestra el peso de los materiales que conforman una canaleta



**Imagen 36** Tubo de PVC cortado a la mitad



**Imagen 37** Canaletas y tapas plásticas

**Fotografía:** Autor



**Imagen 38** Pesaje de canaleta

**Fotografía:** Autor

## 6.7.2 Sustrato Natural del Jardín Interior

### 6.7.2.1 Corte y confección de la tira de bolsillos

En la confección de las tiras, donde los bolsillos irán acoplados, 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 (*Imagen 39*).



**Imagen 39** Tira soporte de bolsillos

**Fotografía:** Autor



**Imagen 40** Materiales



**Imagen 41** Costura de Bolsillos en la Tira

**Fotografía:** Autor

La tira facilita la colocación de los bolsillos en el sustrato, por ello, va cosida en la parte posterior; van situados tres bolsillos por tira (*Imagen 40*). En la maquina recta pespuntamos una y otra vez las cejas de los bolsillos hasta obtener la unión buscada (*Imagen 41,42 y 43*)



**Imagen 42** Unión de bolsillos



**Imagen 43** Costura en pespunte

**Fotografía:** Autor



**Imagen 44** Vista frontal superior de los bolsillos



**Imagen 45** Vista trasera del resultado

**Fotografía:** Autor

La *Imagen 44 y 45* muestra el resultado final y la continuación de los demás bolsillos hasta completar las tiras restantes (*Imagen 46*)



**Imagen 46** Tira modelo de bolsillo terminada



**Imagen 47** Pesaje de las tiras de bolsillos

**Fotografía:** Autor

Se realiza el pesaje de cada una de las tiras de bolsillos y registramos sus valores tomando en cuenta los bolsillos que conforman cada una de ellas.

**Tabla 19** Tabla Comparativa de Peso por Tira de Bolsillos

<b>Tira</b>	<b>Bolsillos</b>	<b>Peso Total (kg)</b>
#1	2,1,9	0.178
#2	3,6,10	0.184
#3	11,7,4	0.191
#4	12,8,5	0.194

Elaborada por: Autor

### 6.7.2.2 Corte y confección de los tirantes del sustrato

Considerando que el sustrato colgará en el interior de la vivienda, se prevé la confección de dos tirantes de malla de cabuya, éstos permitirán distribuir el peso del jardín en el centro y costados de la estructura. Destinamos un saco de cabuya solamente para este fin; cortamos dos rectángulos de malla de 17 cm de ancho por el largo del saco. Cuidando que no se deshile, realizamos dos dobleces en la malla de tal forma que cosiendo el borde logremos una tira de 5 cm de ancho (*Imagen 48 y 49*).



**Imagen 48** Medición del ancho de los tirantes



**Imagen 49** Costura de Tirantes

Fotografía: Autor

Para el tirante simplemente medimos 24 cm de tira y lo cosemos haciendo un doblez de la misma distancia; para compactarlos y brindarles estabilidad dimensional, los vaporizamos durante 12 segundos de cada lado (*Imagen 50*).

Concluida la confección de los tirantes, los reservamos para el siguiente proceso.



**Imagen 50** Vaporizado de los tirantes



**Imagen 51** Comprobación del largo de los tirantes

Fotografía: Autor

### 6.7.2.3 Corte y confección de la base tejida

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 (*Imagen 52*); cortamos los excesos de malla y cerramos los bordes con cadeneta.



**Imagen 52** Saco de Cabuya



**Imagen 53** Costura de los marcos laterales del sustrato

Fotografía: Autor

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 (*Imagen 53*)



**Imagen 54** Malla tejida antes de Vaporizar



**Imagen 55** Vaporizado de la malla base

**Fotografía:** Autor

Una vez cortados los excesos de malla y cosido los bordes para evitar que se deshile, la llevamos a la máquina vaporizadora para extenderla (*Imagen 54*) y con la ayuda del vapor de agua otorgarle estabilidad dimensional al tejido para que facilite la costura y acabados en el mismo. La *Imagen 55* es visualmente diferente a la imagen anterior, el vaporizado permite “planchar” el tejido y los marcos de la misma malla (*Imagen 56*), así como los dobleces que permiten formar el marco superior (*Imagen 57*).



**Imagen 56** Vaporizado de la Malla;



**Imagen 57** Doblado y corrección marcos superior y laterales

**Fotografía:** Autor

El proceso de vaporizado no llevó más de un minuto, sin embargo, se debe tener precaución al manipular cualquier tejido en la máquina vaporizadora, puesto que el vapor es muy caliente y se corre el riesgo de quemaduras si se toca directamente con las manos.



**Imagen 58** Vaporización de la malla



**Imagen 59** Malla base Vaporizada

**Fotografía:** Autor

Finalizado el proceso y habiendo obtenido una malla más manejable para trabajar (*Imagen 59*), dejamos reposar y enfriar durante unos minutos, seguidamente procedemos a coser los tirantes en su parte posterior (*Imagen 61*); la distancia que sobresalen por encima de la malla es de 5 cm y a 10 cm de cada lado; los tirantes permitirán distribuir el peso del jardín así como también, el evitar posibles deformaciones de la malla.



**Imagen 60** Malla base con los tirantes



**Imagen 61** Ubicación de la canaleta en la malla

**Fotografía:** Autor

La canaleta, que se elaboró con anterioridad, toma su lugar en el margen inferior de la malla (*Imagen 61*); las perforaciones hechas en los bordes, permiten la costura y acoplamiento de la misma al tejido. Finalmente, llevamos a la balanza y pesamos la malla base tejida (0.624kg) (*Imagen 62*).





**Imagen 62** Pesaje de malla base

**Fotografía:** Autor

#### 6.7.2.4 Confección del Sustrato



**Imagen 63** Elementos que conforman el Sustrato

**Fotografía:** Autor

El sustrato natural, está conformado por 12 bolsillos no-tejidos en mezcla algodón/cabuya, dispuestos sobre una malla tejida que a su vez, es base de sujeción de los demás elementos de la estructura (*Imagen 63*).



**Imagen 64** Costura de las tiras de bolsillos



**Imagen 65** Costura de las Tiras de Bolsillos

**Fotografía:** Autor

La costura de las tiras de bolsillos se realiza pespuntando la tira por debajo del borde superior hasta sujetarla bien en la malla (*Imagen 64*); se inicia cociendo la cuarta tira en la parte inferior del sustrato hasta concluir con la primera en la parte superior (*Imagen 65*).



**Imagen 66** Costura de bolsillos concluida



**Imagen 67** Medición base del sustrato

**Fotografía:** Autor

Concluida la costura de las tiras de bolsillos (*Imagen 66*), marcamos puntos de referencia para cerrar los costados de la base donde va situada la canaleta (*Imagen 67*).



**Imagen 68** Colocación del tubo de pecera



**Imagen 69** Colocación del tubo de pecera

**Fotografía:** Autor

Íntegramente, entre las aberturas de los bolsillos, rodeamos el sustrato con un tubo de pecera, quien posteriormente permitirá el riego del jardín (*Imagen 68 y 69*); las costuras deben sujetarlo bien evitando que se mueva (*Imagen 70*)



**Imagen 70** Costura de puntos soporte del tubo; **Imagen 71** Costura del marco superior de la malla

**Fotografía:** Autor

Para finalizar la confección del sustrato natural, pespuntamos el marco superior de la malla (*Imagen 71*) cubriendo las cejas de los bolsillos y cerrando las puntas inferiores del sustrato, cosiendo tanto por delante como por detrás (*Imagen 72 y 73*).



**Imagen 72** Costura frontal



**Imagen 73** Costura posterior

**Fotografía:** Autor

Concluidas las costuras, tenemos el sustrato natural terminado y listo para utilizarse; la *Imagen 74 y 75* muestran la apariencia final del proyecto.



**Imagen 74** Vista Frontal



**Imagen 75** Vista Posterior

**Fotografía:** Autor

El sustrato natural adquiere las características que presenta la *Tabla 19*, y tiene como objetivo, albergar plantas ornamentales haciendo las veces de un sistema biotopo vertical en interiores de viviendas.

**Tabla 20** Características del Sustrato Natural elaborado

***Características del Sustrato Natural***

<i>Color</i>	Crudo	
<i>Peso</i>	Bolsillos	0.747 (kg)
	Base	0.624 (kg)
	Total	1.371 (kg)
<i>Dimensiones</i>	40 x 60 (cm)	

**Elaborado por:** Autor

### 6.7.3 Sustrato Natural del Jardín Exterior

#### 6.7.3.1 Corte y confección de la tira de bolsillos



**Imagen 76** Tira soporte de bolsillos

**Fotografía:** Autor

Las tiras que requerimos en esta ocasión son más largas; el rectángulo de malla mide 17 cm de ancho por 40 cm de largo, obteniendo una tira de 5 cm de ancho por 38 cm de largo (*Imagen 76*).



**Imagen 77** Materiales



**Imagen 78** Costura de Bolsillos en la Tira

**Fotografía:** Autor

Los bolsillos se respuntan un poco más distantes entre sí (*Imagen 77*), pero de igual forma, se colocan teniendo en cuenta la composición de los mismos. En la máquina recta respuntamos una y otra vez las cejas de los bolsillos hasta obtener la unión buscada (*Imagen 78*)

Una vez concluido el proceso de costura de igual forma como en el anterior sustrato, pesamos cada una de las tiras. Sus valores se encuentran registrados en la siguiente tabla:

**Tabla 21** Tabla Comparativa de Peso por Tira de Bolsillos

<b>Tira</b>	<b>Bolsillos</b>	<b>Peso Total (kg)</b>
#5	14,17,22	0.180
#6	13,18,21	0.189
#7	15,19,23	0.187
#8	16,20,24	0.186

**Elaborada por:** Autor

### 6.7.3.2 Corte y confección de los marcos del sustrato



**Imagen 79** Costura de tiras de malla

**Fotografía:** Autor

Considerando que el sustrato colgará en el exterior de la vivienda, 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. Cuidando que se deshile, realizamos un dobléz en la malla de tal forma que cosiendo el borde logremos una tira de 5,5 cm de ancho y 56 cm de largo (*Imagen 79*). Concluida la confección de las tiras, las reservamos para el momento de ensamblaje del jardín.

### 6.7.3.3 Corte y confección de la base tejida

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 ésta quede uniforme, y tanto tramas como urdimbres queden mejor alineadas.



**Imagen 80** Saco de Cabuya

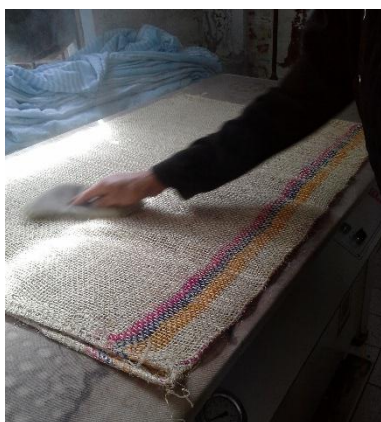


**Imagen 81** Vaporización del saco de cabuya

**Fotografía:** Autor

La *Imagen 80* muestra la irregularidad de la malla y la *Imagen 81* deja ver como el vapor de agua poco a poco permite una mejor estabilidad dimensional de la malla; Vaporizamos de tal forma que disminuyan las irregularidades en ambos lados.

Con la ayuda de una esponja forrada, frotamos una y otra vez el saco de cabuya, orientándolo a adquirir una forma rectangular estable mientras se humedece con el vapor de agua (*Imagen 82*) hasta lograr uniformidad en su totalidad (*Imagen 83*).



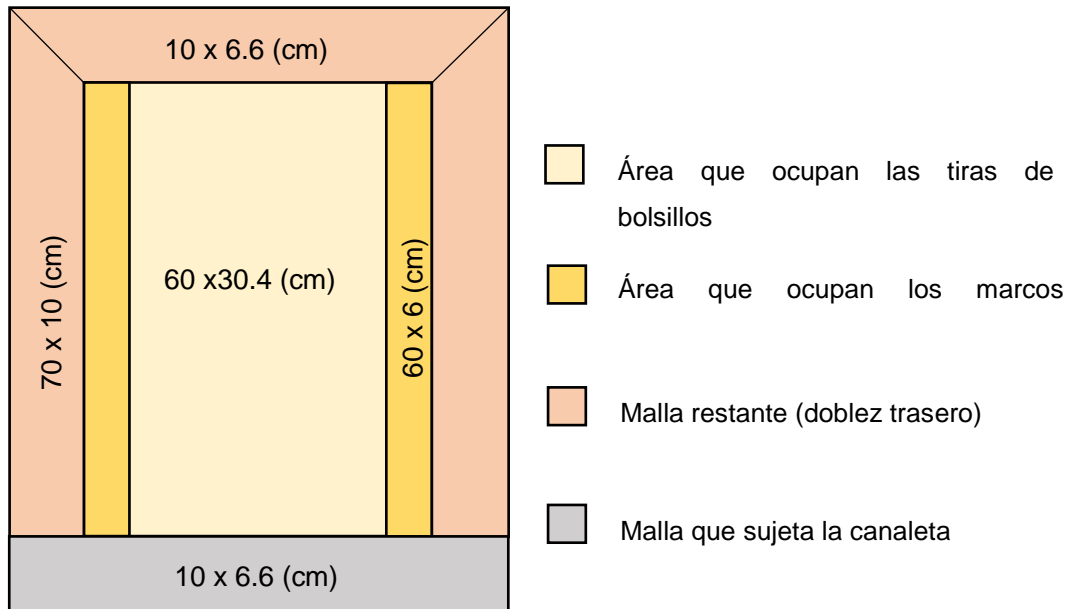
**Imagen 82** Vaporizado del saco de cabuya



**Imagen 83** Saco de cabuya vaporizado

**Fotografía:** Autor

Finalizado el proceso de vaporizado, que no tardó más de tres minutos, y habiendo obtenido una malla más manejable para trabajar, dejamos reposar y enfriar. La malla debe tener señalado las siguientes áreas (*Figura 46*):



**Figura 46** Malla exterior (distribución de áreas)

**Elaborado por:** Autor

El área de color crema muestra el lugar que ocupan los bolsillos no tejidos; las tiras que hacen las veces de marcos laterales del sustrato van colocadas en el área de color amarillo, la malla que permitirá sujetar la canaleta en el sustrato se encuentra representada con color gris y la restante (color naranja), permitirá sujetar el sustrato natural en la base de la estructura del jardín por la parte de atrás.

#### **6.7.3.4 Confección del Sustrato**

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 (*Figura 46*) estén bien delimitadas sea con puntos o líneas de referencia y los elementos que conforman el sustrato queden dispuestos en su lugar (*Imagen 84*).





**Imagen 84** Elementos que conforman el Sustrato

**Fotografía:** Autor

Tomamos las tiras de bolsillos y empezamos a coserlas una por una (*Imagen 85*) con hilo de cabuya desde la primera hasta la cuarta; la primera tira a su vez formará el marco superior del sustrato natural y los bolsillos de la última, llegarán hasta el borde inferior del sustrato.



**Imagen 85** Elementos que conforman el Sustrato;



**Imagen 86** Tiras de bolsillos cosidas

**Fotografía:** Autor

De igual forma que el anterior sustrato, éste está conformado por 12 bolsillos no-tejidos en mezcla algodón/cabuya, dispuestos sobre una malla tejida que hace las veces de base de sujeción (*Imagen 86*). Para evitar posibles deshilados debido al corte de exceso de malla, cosemos un orillo (*Imagen 87*)



**Imagen 87** Costura de malla

**Fotografía:** Autor

Concluida la costura de las tiras de bolsillos, marcamos puntos de referencia para cerrar los costados de la base donde va situada la canaleta. Concluido esto, tenemos el sustrato natural terminado y listo para anclarse a la estructura del jardín (*Imagen 88*).



**Imagen 88** Sustrato natural externo terminado

**Fotografía:** Autor

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 características que presenta la *Tabla 21*, y de igual modo, tiene como objetivo el albergar plantas ornamentales haciendo las veces de un sistema biotopo vertical pero en exteriores de viviendas.

**Tabla 22** Características del Sustrato Natural elaborado

***Características del Sustrato Natural***

<i>Color</i>	Crudo	
<i>Peso</i>	Bolsillos	0.742 (kg)
	Base	0.372 (kg)
	Total	1.114 (kg)
<i>Dimensiones</i>	46 x 60 (cm)	

**Elaborado por:** Autor

## CAPITULO VII

### 7 ELABORACION DEL JARDÍN VERTICAL Y ADAPTACIÓN DEL NO-TEJIDO EN EL MONTAJE DE LA ESTRUCTURA

#### 7.1 DISEÑO Y MONTAJE DEL JARDÍN VERTICAL

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 (Ver Anexo 2 y 3); uno que se ubicara en los exteriores de la vivienda y otro que permanecerá dentro de un área de trabajo.

#### 7.2 JARDÍN VERTICAL EN INTERIORES

##### 7.2.1 Aspectos básicos en la concepción del Jardín

Gran parte del diseño del prototipo de jardín tuvo en cuenta ciertos aspectos como:

**La psicología del ambiente interior.**- su influencia será positiva en el estado anímico de los trabajadores, reduciendo los niveles de estrés generado debido al ruido de las maquinas (rectilíneas y circulares) que constantemente se encuentran en operación. (Ver Capítulo I pág. 16)

**La ornamentación.**- debido a que el modelo de jardín será ubicado en un área de trabajo cerrado, los trabajadores presentes tendrán una apreciación más vistosa, atractiva y colorida del mismo.

**La disponibilidad del espacio interior.**- no excede del metro cuadrado de espacio vertical, por lo que puede considerarse un adorno más del lugar.

**Otros requerimientos.**- para no incorporar ningún sistema de iluminación auxiliar, en el diseño definitivo, se decidió ubicarle cerca de una fuente de luz natural.

Dentro del diseño conceptual del jardín vertical se definen los materiales e insumos en la siguiente tabla:

**Tabla 23** Características de los materiales e insumos

<b>Materiales e Insumos</b>	
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

**Elaborado por:** Autor

### 7.2.2 Impermeabilización y suspensión

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.



**Imagen 89** Materiales impermeabilizantes

**Fotografía:** Autor

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 (*Imagen 89*) de 0.50

x 1.25 metros Para colgar el jardín una vez terminado, cortamos 45 cm de varilla de cortina observando que éste sea un tamaño adecuado (*Imagen 91*).



**Imagen 90** Colocación del plástico



**Imagen 91** Comprobación del tubo de cortina

**Fotografía:** Autor

El primer paso es el de doblar la mica en dos secciones, de modo que el sustrato quede totalmente cubierto por la parte de atrás (*Imagen 90*); los excesos de plástico, deben doblarse hacia adentro y coserse de tal forma que queden entre las dos láminas (*Imagen 92*). Concluido la costura, la parte trasera del sustrato queda impermeabilizada (*Imagen 93*).



**Imagen 92** Costura del plástico



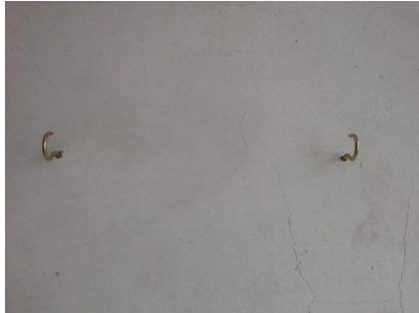
**Imagen 93** Sustrato natural impermeabilizado

**Fotografía:** Autor

### **7.2.3 Adaptación del Sustrato Natural**

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 como

lo indica la *Imagen 55*; los soportes de cortinas han de estar nivelados correctamente para que el jardín no se incline..



**Imagen 94** Colocación de los soportes de cortina



**Imagen 95** Nivelación de los soportes de cortina

**Fotografía:** Autor



**Imagen 96** ubicación del jardín colgante

**Fotografía:** Autor

El sustrato natural debe permanecer estable mientras cuelga de la varilla de cortina ubicado en la parte superior del jardín (*Imagen 96*); los bolsillos, estratégicamente ubicados, mantienen el peso del sustrato sin desigualdad a los lados y están listos para albergar las plantas (*Imagen 98*); 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 (*Imagen 97*).



**Imagen 97** Vista lateral del jardín



**Imagen 98** Vista frontal del jardín

**Fotografía:** Autor

#### **7.2.4 Suministro de Agua y Nutrientes**



**Imagen 99** Kit de aeración de pecera

**Fotografía:** Autor

Para el suministro de líquido vital y nutrientes, empleamos una manguera de pecera (*Imagen 99*) la cual, 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, logrando así, una mejor humidificación del biotopo (*Ver Imágenes 68, 69 y 70*). Para colocar el agua, en la terminal superior del tubo se acopló una pequeña válvula se une al envase en el momento que se requiera dar riego (*Imagen 101*).



La mantención del jardín se logrará gracias al recorrido del tubo de pecera alrededor de toda el área ajardinada (*Imagen 100*). El suministro de agua debe ser manual con ayuda del envase, mismo que se coloca por el otro extremo de la válvula al ser utilizado.



**Imagen 100** Adaptación del tubo de pecera



**Imagen 101** Envase para el riego del jardín

**Fotografía:** Autor

### 7.2.5 Recogida del Agua

El exceso de agua escurrirá a través del no-tejido hasta llegar a la canaleta plástica ubicada en la parte inferior del jardín (*Ver Imagen 61*), la terminación del tubo de pecera culmina en la canaleta para evacuar el exceso de agua.

### 7.2.6 Plantación



**Imagen 102** Cabuya y Algodón para relleno

**Fotografía:** Autor

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 (*Imagen 102*), estabilizamos las raíces y rellenamos el interior del no-tejido (*Imagen 108*).

Las plantas más adecuadas para mantenerse en el sustrato natural son aquellas de raíces cortas o las de tipo aéreas; seleccionadas las doce requeridas, preparamos las ornamentales retirándoles cuidadosamente la tierra de sus raíces (*Imagen 104*) y lavándolas para limpiar cualquier basura o cúmulo de tierra que se halle incrustado (*Imagen 105*).



**Imagen 103** Plantas ornamentales



**Imagen 104** Separando las raíces de la tierra

**Fotografía:** Autor

Sacudiendo un poco las raíces, éstas se liberan mucho mejor de la tierra; al momento de lavarlas no hay que fregarlas o agitarlas mucho 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 (*Imagen 106*), 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 (*Imagen 107*).



**Imagen 105** Lavado de las raíces



**Imagen 106** Cobertura de la raíz con algodón

**Fotografía:** Autor



**Imagen 107** Colocación de las plantas



**Imagen 108** Relleno de cabuya

**Fotografía:** Autor

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 (*Imagen 108*), de esta manera las plantas se mantienen fijas en su bolsillo respectivo conservando la humedad en su interior. La *Imagen 109* muestra el jardín vertical terminado, con todas las flores colocadas en cada uno de sus bolsillos.



**Imagen 109** Jardín vertical terminado

**Fotografía:** Autor

## **7.3 JARDÍN VERTICAL EN EXTERIORES**

### **7.3.1 Aspectos básicos en la concepción del Jardín**

De la misma manera que en el jardín interior, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

**La disposición de la estructura.**- considerando la exposición del módulo al medio ambiente y por ende a los cambios climáticos, se precisó emplear material maderero para un liviano y buen soporte, tanto del sustrato como de la vegetación incluida en el mismo.

**Ubicación estratégica.**- la ubicación del jardín debe permitir la exposición directa o parcial al sol, viento y lluvia.

**Otros requerimientos.**- la estructura integral debe colocarse fija, de manera que no pierda estabilidad con el viento u otro efecto climático.

Los beneficios que brindan los jardines (*Ver Capítulo I pág. 16*)

Dentro del diseño conceptual del jardín vertical se definen los materiales e insumos en la siguiente tabla:

**Tabla 24** Características de los materiales e insumos

<b>Materiales e Insumos</b>	
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

**Fotografía:** Autor

### 7.3.2 Panel de Soporte e impermeabilización

En el caso del jardín vertical exterior, empleamos una base de madera triplex de 9 líneas de 60 x 45 cm (*Imagen 111*); liviana y con un acabado de pintura impermeable (*Imagen 114*) inducimos la durabilidad de la madera y con ello la estructura ajardinada.



**Imagen 110** Pintura en spray para madera

**Fotografía:** Autor

La pintura para madera exterior (*Imagen 110*), protege a la cubierta de los rayos UV y del deterioro que puede generar el agua lluvia, por lo tanto, su utilización en este proceso es muy beneficiosa.



**Imagen 111** Panel de madera



**Imagen 112** Pintura del panel

**Fotografía:** Autor

Sin olvidar cubrir toda la superficie del panel, rociamos la pintura de arriba hacia abajo hasta que toda la superficie adquiera un color uniforme (*Imagen 112 & 113*); luego de aproximadamente 30 minutos, aplicamos una segunda capa de pintura y dejamos secar durante un día completo.



**Imagen 113** Secado de la pintura



**Imagen 114** Panel totalmente seco

**Fotografía:** Autor

Medimos y recortamos dos capas de mica de 0.80 x 0.70 m (*Imagen 116*) para cubrir el panel y evitar que la humedad del sustrato llegue a su superficie. La *Imagen 115* muestra los materiales empleados: la mica plástica y el panel de madera seco.



**Imagen 115** Materiales en elaboración del jardín



**Imagen 116** Medición del plástico de mica

**Fotografía:** Autor

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 gracias a la estática que se genera por el roce de sus extremos (*Imagen 117*).



**Imagen 117** Panel impermeabilizado

**Fotografía:** Autor

### **7.3.3 Adaptación del Sustrato Natural**

El sustrato natural debe acoplarse firmemente en el panel de madera para conformar la estructura ajardinada que buscamos, para ello utilizamos unas cuantas grapas (*Imagen 118*) que facilitan esta unión.



**Imagen 118** Grapas

**Fotografía:** Autor

El sustrato natural ya terminado (*Imagen 119*), es ubicado sobre la superficie de la plancha de madera e inmobilizado con la ayuda de unas pinzas; de esta forma, procedemos a coser tanto la canaleta, como el marco del sustrato con las tiras de malla que reservamos anteriormente (*Imagen 120*).



**Imagen 119** Sustrato terminado



**Imagen 120** Costura de canaleta y marcos laterales

**Fotografía:** Autor



**Imagen 121** Pespunte de la tira de malla



**Imagen 122** Colocación de la manguera de pecera

**Fotografía:** Autor



Pespuntada solamente por los extremos, la tira de malla debe permanecer tensa a los costados de los bolsillos (*Imagen 121*), las pinzas permiten sujetar el sustrato mientras se realiza esta labor. De la misma forma que en el jardín interior, la manguera de pecera rodea a los bolsillos desde la abertura en su parte superior (*Imagen 122*) hasta llegar a la canaleta en el inferior del jardín.



**Imagen 123** Costura de la manguera



**Imagen 124** Costura de la manguera

**Fotografía:** Autor

Para que la manguera no se mueva de su sitio, realizamos pequeñas puntadas sujetándola sobre el tejido (*Imagen 123*), algunas entre bolsillo y bolsillo, y otras entre los pliegues del marco (*Imagen 124*)



**Imagen 125** Costura borde inferior



**Imagen 126** Costura borde inferior

**Fotografía:** Autor

En la parte inferior del sustrato, donde va situada la canaleta, cosemos los extremos hasta aproximadamente 15 cm hacia los laterales de la estructura

(Imagen 126), las pinzas permiten estirar la malla, y con ello, posicionarla de la manera deseada (Imagen 127).

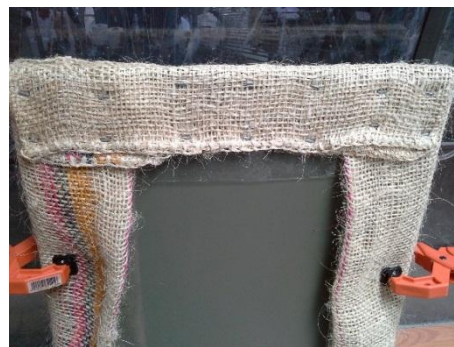


**Imagen 127** Inmovilización del sustrato en el panel

**Fotografía:** Autor



**Imagen 128** Colocación de grapas



**Imagen 129** Colocación de grapas

**Fotografía:** Autor



**Imagen 130** Sustrato grapado (vista trasera)



**Imagen 131** Vista frontal del jardín

**Fotografía:** Autor

Mientras las pinzas mantienes fija la posición del sustrato, colocamos una a una las grapas por el reverso del jardín (*Imagen 128*); presionando malla y mica plástica, la grapa es clavada cuidadosamente hasta cubrir todo el espacio de la malla sobrante (*Imagen 129*). Retiramos las pinzas y nos cercioramos de que no hayan partes flojas, si no las hay, la estructura esta lista para ser plantada.

#### 7.3.4 Suministro de agua y nutrientes

De igual forma que en el jardín interior, para el suministro de líquidos utilizamos una manguera de aireación de pecera (*Ver Imagen 99*), las características del tubo y su colocación sobre el sustrato no difieren en ningún aspecto; los orificios necesarios para la salida del agua pueden ser hechos con la punta de una aguja o con una quita grapas (*Imagen 133*)



**Imagen 132** Perforación de la manguera



**Imagen 133** Sacadora de grapas

Fotografía: Autor

El suministro de agua y nutrientes es manual mediante el empleo de un recipiente, el mismo que utilizamos en el jardín interior (*Ver Imagen 101*).

#### 7.3.5 Recogida del agua

La canaleta, que se elaboró con anterioridad, toma su lugar en el margen inferior de la malla (*Imagen 120 & 126*); las perforaciones hechas en los bordes, permiten la costura y acoplamiento de la misma al tejido; éste colector permitirá recoger el exceso de agua. Así se evitara una sobre humidificación, goteos o derrames innecesarios en el lugar donde este colocado el modulo vegetal.

### 7.3.6 Estructura de Suspensión

Es imprescindible que la estructura ajardinada en la cual descansa el sustrato natural, permanezca estable y con la mínima deformación posible con el paso del tiempo mientras cuelga de una pared. En el caso del jardín exterior, fijaremos dos puntos de soporte del jardín, uno en la parte superior y otro en la parte inferior (*Imagen 141*). Para realizar los soportes del jardín, utilizaremos las hojas que conforman las bisagras metálicas (*Imagen 134*); separamos sus piezas (*Imagen 135*), cortamos los salientes de cada lamina (*Imagen 136*), y puliendo los filos para que éstos no sean cortantes (*Imagen 137*), obtenemos las láminas metalizas agujeradas.



**Imagen 134** Bisagra



**Imagen 135** Bisagras desarmadas



**Imagen 136** Corte

Fotografía: Autor



**Imagen 137** Pulido



**Imagen 138** Láminas metalizas



**Imagen 139** Moldeado

Fotografía: Autor

Doblamos las láminas de forma que uno de sus agujeros tenga contacto con la pared, y otro con la estructura ajardinada. Con ayuda de un martillo cuidadosamente le damos la forma que se muestra en la *Imagen 139*.

Fijamos cada uno de los soportes utilizando pequeños pernos (*Imagen 140*), y en la parte inferior incluimos tejido de cabuya para que haya un mejor ajuste (*Imagen 141*).



**Imagen 140** Colocación de los soportes



**Imagen 141** Soportes colocados

**Fotografía:** Autor

### 7.3.7 Plantación

Con una previa selección de las plantas adecuadas para nuestro jardín (*Imagen 142*), retiramos la tierra de sus raíces (*Imagen 143*) y las lavamos con agua (*Imagen 144*) y las colocamos en cada uno de los bolsillos no-tejidos adicionando el relleno con fibras de cabuya-algodón, de tal modo de que las plantas queden firmes en cada uno de ellos (*Imagen 145*).



**Imagen 142** Plantas ornamentales



**Imagen 143** Separación de la tierra

**Fotografía:** Autor



**Imagen 144** Lavado de las raíces



**Imagen 145** Sustrato ajardinado

**Fotografía:** Autor



**Imagen 146** Pared externa;



**Imagen 147** Colocación del Jardín;



**Imagen 148** Jardín terminado

**Fotografía:** Autor

El jardín vertical exterior debe empotrarse fuera de la vivienda, para ello medimos la distancia que existe entre los soportes y taladramos dos orificios en la pared (*Imagen 146*); colocamos firmemente dos pernos y sobre ellos colgamos el modulo (*Imagen 147*). La *Imagen 148*, muestra la apariencia del jardín vertical terminado y expuesto al exterior.

## CAPITULO VIII

### 8 ADAPTABILIDAD DE LAS PLANTAS ORNAMENTALES

#### 8.1 GENERALIDADES

Las plantas ornamentales que forman parte de ambos jardines verticales se adquirieron en el vivero “Los Arupos” en el valle de Sangolqui (*Imagen 149*). La variedad de ornamentales y el precio económico de cada ejemplar permitieron ser una adquisición favorable para el proyecto.



**Imagen 149** Ingreso al Vivero los Arupos

**Fotografía:** Autor

Jeny Sanguano (*Imagen 150*), propietaria y cuidadora del vivero con 20 años de experiencia en el cultivo y venta de ornamentales, sugiere la compra de algunas plantas coloridas y de raíces cortas, pues son propicias para los jardines colgantes (*Imagen151*).



**Imagen 150** Jeny Sanguano; **Imagen 151** Variedad de Plantas; **Imagen 152** Compra de ornamentales

**Fotografía:** Autor

## 8.2 MANTENCIÓN Y CUIDADOS

Para el cuidado y mantención de las plantas ornamentales dispuestas en los jardines, tanto el de interiores como el exterior, se dispone una solución de nutrientes hidropónica (*Imagen 153*) ideal para jardinería vertical. Colocando dos gotas de solución por cada doscientos mililitros de agua, regamos el jardín; debido a su concentración rica en nutrientes, es recomendable hacerlo una vez por semana.



**Imagen 153** Suplemento Hidropónico



**Imagen 154** Suministro de nutrientes

**Fotografía:** Autor

## 8.3 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, visillos u otras barreras que dificulten 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; y con ello, una planta recibirá mayor o menor intensidad lumínica. En general los objetos claros reflejan la luz y los oscuros la absorben; así por ejemplo, una pared blanca refleja entre el 80 y 90% de la luz que entra del exterior. Ésta se puede aprovechar para reflejarla y dirigirla sobre el jardín vertical, al cual de no estar pintada la pared de blanco, no le llegaría la



suficiente luz. Los espejos reflejan aproximadamente lo mismo que la pintura blanca.

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.

### **8.3.1 Parámetros**

En las siguientes tablas de observación, se registra el comportamiento de las plantas en su nuevo bio-topo, tomando las siguientes condiciones.

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.

### 8.3.2 Estado de las hojas y flores

**Tabla 25** Resultados de Observación de Hojas y Flores de Jardín Vertical Interno Primera Semana

Fuente Lumínica		Natural	Condiciones climáticas			Días			
Tiempo de Exposición		10 Horas	Soleado			Lunes			
Suministro de liquido		5 veces por semana	Nublado con lluvias			Martes			
Incidencia Lumínica		Indirecta entre las	Nublado			Miércoles			
		7:30 y 17:30	Parcial cubierto			Jueves			
			Nublado con lluvias			Viernes			
TABLA DE OBSERVACION									
Semana: Primera		Comportamiento: Vitalidad							
Nº	Planta	Agostamiento			Reverdecimiento	Decoloración en hojas	Quemaduras	Floración	Ningún Cambio
		Muy leve	Leve	Notorio					
1	Costilla de Adán	X				no	no		
2	Escancel Rojo				X	no	no		
3	Marsilea		x			si	no		
4	Margarita Blanca	X				si	no	si	
5	Petunia Azul			x		si	no	no	
6	Margarita Blanca	X				no	no	no	
7	Petunia Rosada	X			X	no	no	si	
8	Mariposa Verde	X				si	no		
9	Milflores	X				si	no	si	
10	Helecho Blanco		x			no	no		
11	Fosforito		x			si	no		
12	Helecho Blanco		x			no	no		
OBSERVACIONES									
<p>El agostamiento de la Marsilea es leve, presumiblemente se deba a las raíces de tamaño corto o a la falta de algún nutriente, espero su apariencia mejore con el riego de agua.</p> <p>La petunia azul, de raíces de longitud media, era la más colorida, sin embargo en los días ha venido perdiendo color y marchitándose, la luz no llega directamente en el jardín por lo que presumo no se adaptó.</p>									

Elaborado por: Autor

**Tabla 26** Resultados de Observación de Hojas y Flores de Jardín Vertical Interno Tercera Semana

<b>Fuente Lumínica</b>	Natural	<b>Condiciones climáticas</b>	<b>Días</b>
<b>Tiempo de Exposición</b>	10 Horas	Soleado	Lunes
<b>Suministro de liquido</b>	5 veces por semana	Lluvias y Granizo	Martes
<b>Incidencia Lumínica</b>	Indirecta entre las 7:30 y 17:30	Parcialmente Cubierto	Miércoles
		Mañana soleada	Jueves
		Lluvia y Granizo por la Tarde	
		Nublado con llluvias	Viernes

**TABLA DE OBSERVACION**

Semana: Tercera		Comportamiento: Vitalidad							
Nº	Planta	Agostamiento			Reverdeamiento	Decoloración en hojas	Quemaduras	Floración	Ningún Cambio
		Muy leve	Leve	Notorio					
1	Costilla de Adán					no	no		x
2	Escancel Rojo					no	no		x
3	Marsilea		x			si	no		
4	Margarita Blanca	X				si	no	si	
5	Petunia Azul			x		si	no	no	
6	Margarita Blanca				X	no	no	si	
7	Petunia Rosada					no	no	si	
8	Mariposa Verde	X				si	no		
9	Milflores	X				si	no	si	
10	Helecho Blanco				X	no	no		
11	Fosforito	X				no	no		
12	Helecho Blanco				X	no	no		

**OBSERVACIONES**

Costilla de Adán no presenta ningún cambio en sus hojas. El tallo del Escancel Rojo se alargó durante las dos semanas y sus hojas no muestran ningún cambio. A pesar de los esfuerzos la Marsilea no presenta mejoría, sigue perdiendo vitalidad y cada vez hay más hojas marchitándose. La petunia azul no responde al nutriente ni al agua, no se observan mejorías en su aspecto. Algunas hojas de la Mariposa verde y de la Milflores se han tornado amarillas. Los helechos blancos crecieron un poco

**Elaborado por:** Autor

**Tabla 27** Resultados de Observación de Hojas y Flores de Jardín Vertical Interno Quinta Semana

<b>Fuente Lumínica</b>	Natural	<b>Condiciones climáticas</b>	<b>Días</b>
<b>Tiempo de Exposición</b>	10 Horas		
<b>Suministro de liquido</b>	5 veces por semana		
<b>Incidencia Lumínica</b>	Indirecta entre las 7:30 y 17:30		
		Lluvias por la mañana y granizo al atardecer	Lunes
		Lluvioso	Martes
		Parcialmente cubierto	Miércoles
		Lluvioso	Jueves
		Nublado	Viernes

**TABLA DE OBSERVACION**

Semana: Quinta		Comportamiento: Vitalidad							
Nº	Planta	Agostamiento			Reverdeamiento	Decoloración en hojas	Quemaduras	Floración	Ningún Cambio
		Muy leve	Leve	Notorio					
1	Costilla de Adán				x	no	no		
2	Escancel Rojo					no	no		X
3	Marsilea			x		si	no		
4	Margarita Blanca	X				si	no	si	
5	Petunia Azul			x		si	no		
6	Margarita Blanca				x	si	no	si	
7	Petunia Rosada	X				no	no		
8	Mariposa Verde	X				si	no		x
9	Milflores	X				si	no	si	
10	Helecho Blanco					no	no		x
11	Fosforito	X				si	no		
12	Helecho Blanco					no	no		X

**OBSERVACIONES**

La Marsilea tiene las hojas secas y marchitas no logró adaptarse lo más probable es que muera.  
 La Petunia Azul esta en igual condición que la Marsilea.  
 La Mariposa Verde y los Helechos Blancos no han cambiado su apariencia y se mantienen adaptados

Elaborado por: Autor

**Tabla 28** Resultados de Observación de Hojas y Flores de Jardín Vertical Interno Séptima Semana

<b>Fuente Lumínica</b>	Natural	<b>Condiciones climáticas</b>	<b>Días</b>
<b>Tiempo de Exposición</b>	10 Horas		
<b>Suministro de liquido</b>	5 veces por semana		
<b>Incidencia Lumínica</b>	Indirecta entre las 7:30 y 17:30		
		Soleado y Lloviznas	Lunes
		Soleado	Martes
		Soleado	Miércoles
		Parcialmente Cubierto	Jueves
		Lluvioso	Viernes

**TABLA DE OBSERVACION**

Semana: Séptima		Comportamiento: Vitalidad							
Nº	Planta	Agostamiento			Reverdecimiento	Decoloración en hojas	Quemaduras	Floración	Ningún Cambio
		Muy leve	Leve	Notorio					
1	Costilla de Adán					no	no		x
2	Escancel Rojo				x	no	no		
3	Marsilea			x		si	no		x
4	Margarita Blanca	X				si	no	si	
5	Petunia Azul			x		si	no		x
6	Margarita Blanca				x	no	no	si	x
7	Petunia Rosada					no	no		x
8	Mariposa Verde				x	no	no		x
9	Milflores	X				si	no	si	x
10	Helecho Blanco					no	no		x
11	Fosforito				x	si	no		x
12	Helecho Blanco					no	no		x

**OBSERVACIONES**

La Marsilea y la Petunia Azul no mejoraron su aspecto, están completamente secas.  
El resto de plantas se mantienen estables y sus aspectos no varían mucho

Elaborado por: Autor

### 8.3.3 Influencia directa / indirecta de luz

**Tabla 29** Resultados de Observación de la Influencia de la luz al Jardín Vertical Interno Primera Semana

TABLA DE OBSERVACION							
Semana: Primera		Comportamiento: Vitalidad				Fotografía:	
Nº	Planta	Fototropismo			Tigmotropismo		Ningún Cambio
		Positivo	Negativo	Ninguno			
1	Costilla de Adán	en hojas	en raíz		positivo		
2	Escancel Rojo	en tallo	en raíz		positivo		
3	Marsilea			x	negativo		
4	Margarita Blanca		en raíz		positivo		
5	Petunia Azul	en flores		x	negativo		
6	Margarita Blanca	tallos / flores	en raíz		positivo		
7	Petunia Rosada	en flores	en raíz		positivo		
8	Mariposa Verde		en raíz		positivo		
9	Milflores	tallos/ flores	en raíz		positivo		
10	Helecho Blanco	tallos	en raíz		positivo		
11	Fosforito		en raíz		positivo		
12	Helecho Blanco	tallos	en raíz		positivo		
OBSERVACIONES							
<p>La marsilea no presenta ningún fototropismo puesto que sus hojas no muestran ninguna orientación hacia la luz, y sus raíces no se aferraron a las fibras del jardín por lo que tienen un tigmotropismo negativo.</p> <p>La Petunia Azul en un comienzo mostró fototropismo positivo en sus flores, sin embargo sus raíces no respondieron al estímulo de luz por lo que no buscaron profundizarse, evitan liarse con las fibras dentro del bolsillo, por lo que existe tigmotropismo negativo.</p> <p>En las demás plantas se observa fototropismo en tallo y hojas en dirección a la ventana, sus raíces se adaptan gradualmente a las fibras del sustrato.</p>							

Elaborado por: Autor

**Tabla 30** Resultados de Observación de la Influencia de la luz al Jardín Vertical Interno Tercera Semana

TABLA DE OBSERVACION						
Semana: Tercera		Comportamiento: Vitalidad				Fotografía:
Nº	Planta	Fototropismo			Tigmotropismo	Ningún Cambio
		Positivo	Negativo	Ninguno		
1	Costilla de Adán	en hojas	en raíz		positivo	
2	Escancel Rojo	tallo / hojas	en raíz		positivo	
3	Marsilea			x	negativo	x
4	Margarita Blanca	flores	en raíz		positivo	
5	Petunia Azul			x	negativo	
6	Margarita Blanca	tallos / flores	en raíz		positivo	x
7	Petunia Rosada	flores / hojas	en raíz		positivo	
8	Mariposa Verde		en raíz		positivo	x
9	Milflores	tallos/ flores	en raíz		positivo	
10	Helecho Blanco	tallos	en raíz		positivo	
11	Fosforito		en raíz		positivo	x
12	Helecho Blanco	tallos	en raíz		positivo	

**OBSERVACIONES**

Las hojas de la costilla de Adán están un poco orientadas hacia la luz de la ventana  
 El Escancel Rojo muestra un tallo más largo y las hojas se orientan hacia la luz  
 Tanto la Marsilea como la Petunia Azul no muestran ningún fototropismo, sus raíces no se adaptaron a las fibras del sustrato  
 Las flores de la Margarita (4) reaccionan frente al estímulo de luz, se abren y cierran durante el día pero no se dirigen hacia la ventana; sin embargo, las hojas y flores de la Margarita (6) se inclinan hacia la fuente lumínica.  
 La Petunia Rosada y de la planta Milflores muestran fototropismo en flores y hojas  
 Los helechos blancos se muestran más voluminosos debido al fototropismo positivo en sus ramificaciones.  
 La Mariposa verde y el fosforito no muestran ningún cambio

*Elaborado por: Autor*

**Tabla 31** Resultados de Observación de la Influencia de la luz al Jardín Vertical Interno Quinta Semana

TABLA DE OBSERVACION						
Semana: Quinta		Comportamiento: Vitalidad				Fotografía:
Nº	Planta	Fototropismo			Tigmotropismo	Ningún Cambio
		Positivo	Negativo	Ninguno		
1	Costilla de Adán	en hojas	en raíz		positivo	x
2	Escancel Rojo	tallo / hojas	en raíz		positivo	x
3	Marsilea			x	negativo	x
4	Margarita Blanca	flores / hojas	en raíz		positivo	x
5	Petunia Azul			x	negativo	x
6	Margarita Blanca	hojas / flores	en raíz		positivo	
7	Petunia Rosada	flores/ hojas	en raíz		positivo	x
8	Mariposa Verde	hojas	en raíz		positivo	x
9	Milflores	tallos/ flores	en raíz		positivo	x
10	Helecho Blanco	tallos	en raíz		positivo	x
11	Fosforito	hojas	en raíz		positivo	
12	Helecho Blanco	tallos	en raíz		positivo	x



**OBSERVACIONES**

Costilla de Adán, Escancel Rojo, Margarita Blanca (4), Petunia Rosada, Mariposa Verde, Milflores y Helechos muestran fototropismos positivos en hojas, tallos o flores

La Marsilea y la Petunia Azul no muestran ningún cambio de fototropismo o tigmotropismo, no se adaptaron al medio por lo que no responden a los estímulos de luz sobre sus raíces y hojas.

Algunas hojas de la planta fosforito muestran señales de crecimiento (fototropismo positivo en hojas)

Elaborado por: Autor



**Tabla 32** Resultados de Observación de la Influencia de la luz al Jardín Vertical Interno Séptima Semana

TABLA DE OBSERVACION						
Semana: Séptima		Comportamiento: Vitalidad				Fotografía:
Nº	Planta	Fototropismo			Tigmotropismo	Ningún Cambio
		Positivo	Negativo	Ninguno		
1	Costilla de Adán	hojas	en raíz		positivo	
2	Escancel Rojo	tallo / hojas	en raíz		positivo	
3	Marsilea			x	negativo	x
4	Margarita Blanca	flores / hojas	en raíz		positivo	
5	Petunia Azul			x	negativo	x
6	Margarita Blanca	hojas / flores	en raíz		positivo	x
7	Petunia Rosada	flores/ hojas	en raíz		positivo	
8	Mariposa Verde	hojas	en raíz		positivo	
9	Milflores	tallos/ flores	en raíz		positivo	x
10	Helecho Blanco	tallos	en raíz		positivo	
11	Fosforito	hojas	en raíz		positivo	
12	Helecho Blanco	tallos	en raíz		positivo	



**OBSERVACIONES**

Las hojas de la costilla de Adán muestran cambios en la orientación de sus hojas  
 El Escancel es visiblemente más alto y sus hojas responden al estímulo de la luz que ingresa por la ventana.  
 Tanto la Marsilea como la Petunia Azul no muestran ningún cambio  
 Las flores y hojas de la Margarita (4) parecen desordenadas pero no se dirigen hacia la ventana; por el contrario, las hojas y flores de la Margarita (6) se dirigen hacia la luz.  
 Las ramificaciones de los helechos blancos se ven más abundantes  
 Milflores y Mariposa Verde no presentan variaciones.  
 Algunas hojas del fosforito crecieron y se orientan hacia la fuente lumínica.

Elaborado por: Autor

## **8.4 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 agostar 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 reverdecer. Por ello, el riego de agua y nutrientes debe ser mejor llevado de acuerdo al clima o temporada.

### **8.4.1 Parámetros**

En las siguientes tablas de observación, se registra el comportamiento de las plantas en su nuevo bio-topo, tomando las siguientes condiciones.

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 presenten 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..

### 8.4.2 Estado de hojas y flores:

Tabla 33 Resultados de Observación de Hojas y Flores de Jardín Vertical Externo Primera Semana

<b>Fuente Lumínica</b>	Natural	<b>Condiciones climáticas</b>			<b>Días</b>				
<b>Tiempo de Exposición</b>	10 Horas	Soleado			Lunes				
<b>Suministro de líquido</b>	5 veces por semana	Nublado con lluvias			Martes				
<b>Incidencia Lumínica</b>	Directa entre las 7:30 y 17:30	Nublado			Miércoles				
		Parcial cubierto			Jueves				
		Nublado con lluvias			Viernes				
<b>TABLA DE OBSERVACION</b>									
<b>Semana:</b> Primera		<b>Comportamiento:</b> Vitalidad							
Nº	Planta	Agostamiento			Reverdecimiento	Decoloración en hojas	Deshidratación	Floración	Ningún Cambio
		Muy leve	Leve	Notorio					
1	Mariposa Roja			x		si	si		
2	Mariposa Verde			x		si	si		
3	Mariposa Rosada	X				si	no		
4	Caléndula Naranja		X			si	no	si	
5	Verbena Roja			x		si	si		
6	Caléndula Amarilla		x			si	si	si	
7	Verbena Roja			x		si	si		
8	Ojo de Poeta		x			si	si	si	
9	Verbena Morada			x		si	si		
10	Mariposa Rosada		X			si	si		
11	Marsilea			x		si	si		
12	Mariposa Roja	X				si	no		
<b>OBSERVACIONES</b>									
<p>Inicialmente las plantas se ven en perfectas condiciones, más transcurridos los primeros días empiezan a cambiar radicalmente frente a las condiciones climáticas. Tanto la Mariposa verde como la roja muestran un agostamiento marcado, sus hojas dan signos de deshidratación y cambio en su color. La Caléndula naranja y amarilla presentan algunas hojas amarillentas y secas; sin embargo, conservan aun sus flores. Las tres Verbenas junto a la Marsilea pierden vitalidad conforme pasan los días, los daños son visibles en sus hojas casi marchitas.</p>									

*Elaborado por: Autor*

**Tabla 34** Resultados de Observación de Hojas y Flores de Jardín Vertical Externo Tercera Semana

<b>Fuente Lumínica</b>	Natural	<b>Condiciones climáticas</b>	<b>Días</b>
<b>Tiempo de Exposición</b>	10 Horas	Soleado	Lunes
<b>Suministro de líquido</b>	5 veces por semana	Lluvias y Granizo	Martes
<b>Incidencia Lumínica</b>	Directa entre las 7:30 y 17:30	Parcialmente Cubierto	Miércoles
		Mañana soleada	Jueves
		Lluvia y Granizo por la tarde	
		Nublado con lluvias	Viernes

**TABLA DE OBSERVACION**

Semana: Tercera		Comportamiento: Vitalidad							
Nº	Planta	Agostamiento			Reverdecimiento	Decoloración en hojas	Deshidratación	Floración	Ningún Cambio
		Muy leve	Leve	Notorio					
1	Mariposa Roja			x		si	si		
2	Mariposa Verde			x		si	si		
3	Mariposa Rosada	x				si	no		
4	Caléndula Naranja		x			si	no	si	
5	Verbena Roja			x		si	si		
6	Caléndula Amarilla		x			si	si	si	
7	Verbena			x		si	si		
8	Ojo de Poeta		x			si	si	si	
9	Verbena Morada			x		si	si		
10	Mariposa Rosada		x			si	si		
11	Marsilea			x		si	si		
12	Mariposa Roja	x				si	no		

**OBSERVACIONES**

La Mariposa verde y roja, ninguna muestra mejoría, por el contrario el agostamiento de sus hojas es mucho más notorio. Las caléndulas naranja y amarilla presentan agostamiento, aunque sus flores logran mantener el color, sus hojas tienden a marchitarse y secarse. Las tres verbenas están seriamente agostadas, a medida que transcurren los días, van perdiendo vitalidad, las condiciones climáticas no favorecen a su recuperación y es probable que mueran. El ojo de poeta y la mariposa rosada de abajo han perdido hojas, las que quedan se encuentran en un proceso de agotamiento notorio. La marsilea no pudo sobrevivir a los cambios climáticos, por lo que en el transcurso de la semana se agostó gravemente.

**Elaborado por:** Autor

**Tabla 35** Resultados de Observación de Hojas y Flores de Jardín Vertical Externo Sexta Semana

<b>Fuente Lumínica</b>	Natural	<b>Condiciones climáticas</b>			<b>Días</b>				
<b>Tiempo de Exposición</b>	5 Horas, 10 min aprox	Soleado			Lunes				
<b>Suministro de liquido</b>	6 veces por semana	Soleado			Martes				
<b>Incidencia Lumínica</b>	Directa entre las 9:40 y 14:30	Parcialmente Cubierto de Nubes			Miércoles				
		Nublado			Jueves				
		Lluvioso			Viernes				
		Lluvioso			Sábado				
<b>TABLA DE OBSERVACION</b>									
<b>Semana: Sexta</b>		<b>Comportamiento: Vitalidad</b>							
Nº	Planta	Agostamiento			Reverdecimiento	Decoloración en hojas	Deshidratación	Floración	Ningún Cambio
		Muy leve	Leve	Notorio					
1	Mariposa Roja	x			x	no	no		
2	Mariposa Verde	x			x	no	no		
3	Mariposa Rosada					no	no		x
4	Caléndula Naranja				x	si	no		
5	Verbena Rosa	x				no	no		
6	Caléndula Amarilla				x	si	no		
7	Verbena Rosada	x				no	no	si	
8	Ojo de Poeta					no	no	si	
9	Verbena Roja					no	no	si	
10	Mariposa Rosada				x	si	no		
11	Ojo de Poeta	x				no	no	si	
12	Mariposa Roja		x			si	no		
<b>OBSERVACIONES</b>									
Las nuevas y estables condiciones ambientales lograron una mejoría en las plantas mariposas, sin embargo, las plantas restantes fueron reemplazadas en el transcurso de la cuarta semana de observación, los nuevos ejemplares no muestran mucho agostamiento, el riego del jardín es durante la noche.									

Elaborado por: Autor

**Tabla 36** Resultados de Observación de Hojas y Flores de Jardín Vertical Externo Novena Semana

<b>Fuente Lumínica</b>	Natural	<b>Condiciones climáticas</b>			<b>Días</b>
<b>Tiempo de Exposición</b>	5 Horas, 10 min aprox.	Soleado y Lloviznas			Lunes
<b>Suministro de liquido</b>	6 veces por semana	Parcialmente Cubierto			Martes
<b>Incidencia Lumínica</b>	Directa entre las 9:40 y 14:30	Mañana soleada, Tarde lluviosa			Miércoles
		Parcialmente Cubierto			Jueves
		Parcialmente Cubierto			Viernes
		Soleado			Sábado

<b>TABLA DE OBSERVACION</b>									
<b>Semana:</b> Novena		<b>Comportamiento:</b> Vitalidad							
Nº	Planta	Agostamiento			Reverdecimiento	Decoloración en hojas	Deshidratación	Floración	Ningún Cambio
		Muy leve	Leve	Notorio					
1	Mariposa Roja	x			x	no	si		x
2	Mariposa Verde				x	no	no		x
3	Mariposa Rosada					no	no		x
4	Caléndula Naranja	x				si	no	si	
5	Verbena Rosa	x			x	no	no	si	
6	Caléndula Amarilla	x				si	no	si	x
7	Verbena Rosada	x				si	si	si	
8	Ojo de Poeta				x	no	no	si	x
9	Verbena Roja				x	no	no		x
10	Mariposa Rosada				x	si	no		x
11	Ojo de Poeta	x				no	no		
12	Mariposa Roja		x			si	si		x

<b>OBSERVACIONES</b>									
<p>Las mariposas se recuperan gradualmente, aunque las de color rojo han perdido muchas hojas se mantienen con vida. Debido a la débil adaptabilidad de la marsilea, tanto para el jardín externo como en el interno, se optó por reemplazarla por un ojo de poeta más.</p> <p>No hay cambios significativos en las plantas, el clima de la ciudad de Ibarra contribuye favorablemente a la estabilidad de las plantas en el jardín.</p>									

**Elaborado por:** Autor

### 8.4.3 Influencia directa o indirecta de luz

*Tabla 37 Resultados de Observación de la Influencia de la luz al Jardín Vertical Externo Primera Semana*

TABLA DE OBSERVACION						
Semana: Primera		Comportamiento: Vitalidad				Fotografía:
Nº	Planta	Fototropismo			Tigmotropismo	Ningún Cambio
		Positivo	Negativo	Ninguno		
1	Mariposa Roja	hojas	en raíz		positivo	
2	Mariposa Verde	hojas	en raíz		positivo	
3	Mariposa Rosada	hojas	en raíz		positivo	
4	Caléndula Naranja	hojas / flores	en raíz		positivo	
5	Verbena Roja	flores	en raíz		positivo	
6	Caléndula Amarilla	flores	en raíz		positivo	
7	Verbena Roja	flores	en raíz		positivo	
8	Ojo de Poeta	flores	en raíz		positivo	
9	Verbena Morada	flores	en raíz		positivo	
10	Mariposa Rosada	hojas	en raíz		positivo	
11	Marsilea	hojas	en raíz		positivo	
12	Mariposa Roja	hojas	en raíz		positivo	
<b>OBSERVACIONES</b>						
<p>Las hojas de la Mariposa roja y verde se orientan ligeramente hacia el sol; la mariposa rosada muestra mayor crecimiento y adaptabilidad en el bolsillo.</p> <p>La caléndula naranja tiene cierta inclinación de su tallo y su flor reacciona normal a los estímulos de luz solar; la caléndula amarilla por su parte no muestra fototropismo en sus hojas ya que estas cada vez más pierden hidratación aunque sus flores se abren, cierran y siguen la posición solar durante el día.</p> <p>Las flores de la verbena roja muestran fototropismo positivo en los tres primeros días, si embargo en los días siguientes la vitalidad de la planta va e declive.</p> <p>Tanto las verbenas (7 y 9) como el ojo de poeta pierden poco a poco la vitalidad en sus hojas, no hay fototropismo positivo en las restantes, sin embargo sus flores aún conservan vitalidad.</p> <p>Durante los primeros días de la semana, se observa ligera orientación de las hojas de la marsilea y de las mariposas rosada y roja</p>						

Elaborado por: Autor

**Tabla 38** Resultados de Observación de la Influencia de la luz al Jardín Vertical Externo Tercera Semana

TABLA DE OBSERVACION						
Semana: Tercera		Comportamiento: Vitalidad				Fotografía:
Nº	Planta	Fototropismo			Tigmotropismo	Ningún Cambio
		Positivo	Negativo	Ninguno		
1	Mariposa Roja		en raíz		positivo	
2	Mariposa Verde		en raíz		positivo	
3	Mariposa Rosada	hojas	en raíz		positivo	x
4	Caléndula Naranja	flores / tallo	en raíz		positivo	
5	Verbena Roja		en raíz		positivo	
6	Caléndula Amarilla	flores / tallo	en raíz		positivo	
7	Verbena Roja	tallo	en raíz		positivo	
8	Ojo de Poeta	flores	en raíz		positivo	
9	Verbena Morada		en raíz		positivo	
10	Mariposa Rosada		en raíz		positivo	
11	Marsilea		en raíz		positivo	
12	Mariposa Roja	hojas	en raíz		positivo	x
<b>OBSERVACIONES</b>						
<p>La Mariposa roja y verde no muestran fototropismo ya que han perdido bastantes hojas; no así, la mariposa rosada mantiene su vitalidad y con un fototropismo positivo en sus hojas haciéndola ver más grande que en un inicio.</p> <p>Las verbenas roja y morada (5 y 9) no muestran fototropismos en sus hojas y flores, las raíces están sujetas en el interior del bolsillo sin embargo, es probable que las plantas no resistan por mucho tiempo.</p> <p>La verbena roja (7) ha perdido bastantes hojas pero su tallo tiene cierta inclinación hacia el costado izquierdo del jardín.</p> <p>Tanto el ojo de poeta como la marsilea pierden poco a poco la vitalidad en sus hojas.</p> <p>Las hojas de la mariposa roja conservan su color, no así la rosada que ha perdido un poco la vitalidad, tampoco muestra fototropismo en ellas.</p>						



Elaborado por: Autor



**Tabla 39** Resultados de Observación de la Influencia de la luz al Jardín Vertical Externo Sexta Semana

TABLA DE OBSERVACION						
Semana: Sexta		Comportamiento: Vitalidad				Fotografía:
Nº	Planta	Fototropismo			Tigmotropismo	Ningún Cambio
		Positivo	Negativo	Ninguno		
1	Mariposa Roja		en raíz		positivo	
2	Mariposa Verde	hojas	en raíz		positivo	
3	Mariposa Rosada	hojas	en raíz		positivo	x
4	Caléndula Naranja	tallo / flores	en raíz		positivo	
5	Verbena Rosa	hojas / tallos	en raíz		positivo	
6	Caléndula Amarilla	tallo / flores	en raíz		positivo	
7	Verbena Rosada	hojas / tallos	en raíz		positivo	
8	Ojo de Poeta	flores	en raíz		positivo	
9	Verbena Roja	tallo / flores	en raíz		positivo	
10	Mariposa Rosada	hojas	en raíz		positivo	
11	Ojo de Poeta	flores	en raíz		positivo	
12	Mariposa Roja		en raíz		positivo	
<b>OBSERVACIONES</b>						
<p>En la semana cuatro se reemplazaron la mayoría de las flores, solamente las mariposas lograron mantenerse con vitalidad. La mariposa roja perdió bastantes hojas, la mariposa verde muestra crecimiento en sus delgados tallos y la mariposa rosada mantiene su tamaño.</p> <p>Las nuevas caléndulas muestran buena adaptabilidad ya que enseguida fue notorio el fototropismo positivo en sus tallos, creciendo verticalmente mientras las flores reaccionaban naturalmente a la luz del sol.</p> <p>Las verbenas rosa, rosada y roja muestran buen aspecto en sus hojas, mismas que se orientan poco a poco a los costados de los bolsillos en busca de luz, las flores de igual forma se abren y cierran durante el transcurso del día.</p> <p>Los dos ojos de poeta parecen haberse adaptado favorablemente al jardín, las flores se abren en el día y se cierran por las noches.</p> <p>La mariposa rosada (10) muestra gran recuperación con el crecimiento de nuevas hojas.</p> <p>La mariposa roja ha perdido bastantes hojas sin embargo aún mantiene su vitalidad.</p>						



Elaborado por: Autor

**Tabla 40** Resultados de Observación de la Influencia de la luz al Jardín Vertical Externo Novena Semana

TABLA DE OBSERVACION						
Semana: Novena		Comportamiento: Vitalidad				Fotografía:
Nº	Planta	Fototropismo			Tigmotropismo	
		Positivo	Negativo	Ninguno		
1	Mariposa Roja		en raíz		positivo	X
2	Mariposa Verde	hojas	en raíz		positivo	X
3	Mariposa Rosada	hojas	en raíz		positivo	X
4	Caléndula Naranja	tallo / flores	en raíz		positivo	X
5	Verbena Rosa	hojas / flores	en raíz		positivo	X
6	Caléndula Amarilla	tallo / flores	en raíz		positivo	X
7	Verbena Rosada	flores / tallos	en raíz		positivo	X
8	Ojo de Poeta	flores	en raíz		positivo	X
9	Verbena Roja	tallo / hojas	en raíz		positivo	X
10	Mariposa Rosada	hojas	en raíz		positivo	X
11	Ojo de Poeta		en raíz		positivo	
12	Mariposa Roja		en raíz		positivo	
<b>OBSERVACIONES</b>						
<p>La mariposa roja se mantiene estable aunque no presenta ningún crecimiento en sus hojas o tallos.                      La mariposa verde y rosada muestran gran vitalidad y fototropismo en sus hojas.                      Las dos caléndulas crecen y buscan cada vez más la luz del sol.                      Las verbenas rosa, rosada y roja tiene fototropismo en sus hojas que crecen cada vez más hacia los costados de los bolsillos, aparecen nuevas flores las cuales se orientan hacia el sol.                      Los ojos de poeta aparentan no haberse inmutado, se mantienen estables aunque sus hojas no buscan el sol, sus flores si lo hacen.                      La mariposa rosada (10) mantiene las hojas robustas y brillantes.                      La mariposa roja por el contrario parece decaer cada vez más, ha perdido muchas hojas.</p>						



Elaborado por: Autor

## CAPITULO IX

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

#### 9.1 GENERALIDADES

Los bolsillos no-tejidos son parte del sustrato natural, están compuestos tanto de fibras de cabuya como de algodón reciclado (*Ver Imagen 12*); las fibras lisas de cabuya previas a su agrupación se muestran algo desordenadas y con matices brillantes en algunas secciones (*Imagen 155 & 156*). Una vez colocada la goma siliconada en la superficie de una de las muestras (*Ver Imagen 15*), 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 (*Imagen 157*).



**Imagen 155** Fibras de Cabuya; **Imagen 156** Fibras de Cabuya; **Imagen 157** Capa Superior

**Fotografía:** Autor

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

- Ser más resistente 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.

## **9.2 NUMERO DE MUESTRAS**

Los dos modelos de jardines verticales tienen 12 muestras del sustrato no-tejido cada uno, tanto la malla colgante como el panel, colocados en el interior de la vivienda y en el exterior de la misma respectivamente.

### **9.2.1 En Interiores**

A continuación describiremos el comportamiento de los sustratos en condiciones ambientales normales dentro del hogar. Con los datos de las tablas 16 y 18

### 9.2.1.1 FI/CO (Primera Semana)

**Tabla 41** Resultados de Observación de los Bolsillos No-Tejidos en Condiciones Ambientales Internas Primera Semana

Condiciones Ambientales							Temporada				Seca	
Corriente de Aire	NE 16KM/H / NO 6KM/H						Temperatura				23º/9º	
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 FI	47g	46g	47g	45g	48g	44g	43g	50g	44g	46g	50g	42g
<b>CARACTERISTICAS</b>												
Seco	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior
Húmedo	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior
Oscurecimiento	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
Amarrillamiento	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
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
Ningún Cambio												
<b>OBSERVACIONES</b>												
<p>Inicialmente los bolsillos son rígidos y de color blanquecino, se mantienen la mayor parte del tiempo húmedos en su interior y secos por fuera.                      Al momento de dar riego a las plantas, existen pequeñas filtraciones por los costados de los bolsillos, el agua restante tiende a escapar por entre las costuras de los bolsillos, sin embargo, dichas filtraciones son aprovechadas por los bolsillos inferiores.                      La canaleta recoge el agua sobrante impidiendo que esta se riegue al piso.</p>												



**Fotografía:** Autor

### 9.2.1.2 FI/CO (Tercera Semana)

**Tabla 42** Resultados de Observación de los Bolsillos No-Tejidos en Condiciones Ambientales Internas Tercera Semana

Condiciones Ambientales							Temporada			Lluviosa			
Corriente de Aire	NE 16KM/H/ NNO 8KM/H						Temperatura			24°/5°			
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 FI	47g	46g	47g	45g	48g	44g	43g	50g	44g	46g	50g	42g	
<b>CARACTERISTICAS</b>													
Seco	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	
Húmedo	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	
Oscurecimiento	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	
Amarrillamiento	no	no	no	no	base	no	base	si	no	si	si	no	
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	
Ningún Cambio													
<b>OBSERVACIONES</b>													
<p>Los bolsillos 6, 11, 7, 12 y 8 presenta muestras de amarillamiento, esto se debe por una parte al color del nutriente que es café y a la humedad que se acumula, pues las áreas amarillentas tienden a estar un poco húmedas.</p> <p>No existe mal olor ni presencia de insectos.</p>													



**Fotografía:** Autor

### 9.2.1.3 FI/CO (Quinta Semana)

**Tabla 43** Resultados de Observación de los Bolsillos No-Tejidos en Condiciones Ambientales Internas Quinta Semana

Condiciones Ambientales							Temporada			Lluviosa			
Corriente de Aire	NE 18KMH/ SO 6 KMH						Temperatura			23º/5º			
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 FI	47g	46g	47g	45g	48g	44g	43g	50g	44g	46g	50g	42g	
<b>CARACTERISTICAS</b>													
Seco	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	no	exterior	no	no	no	
Húmedo	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	
Oscurecimiento	esquina	no	no	base	base	no	base	base	no	borde	borde	no	
Amarillamiento	base	no	base	no	base	no	base	si	no	si	si	no	
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	
Ningún Cambio													
<b>OBSERVACIONES</b>	<p>Los bolsillos inferiores (12, 8 y 5) incluyendo el 7, no están secos totalmente en su parte exterior, el agua sobrante que se acumula en la canaleta es absorbida por ellos impidiendo que permanezcan secos al 100%.</p> <p>Todos los bolsillos mantienen una buena humedad en el interior de los bolsillos</p> <p>La base de los bolsillos 9, 6, 11, 7, 12 y 8 muestran un ligero oscurecimiento en las fibras de cabuya.</p> <p>Hay más bolsillos que se han tornado amarillentos. No hay presencia de insectos ni mal olor.</p>												



Elaborado por: Autor

### 9.2.1.4 FI/CO (Séptima Semana)

**Tabla 44** Resultados de Observación de los Bolsillos No-Tejidos en Condiciones Ambientales Internas Séptima Semana

Condiciones Ambientales							Temporada			Variable			
Corriente de Aire	NE 13KM/H / S 6KM/H						Temperatura			23º/11º			
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 FI	47g	46g	47g	45g	48g	44g	43g	50g	44g	46g	50g	42g	
<b>CARACTERISTICAS</b>													
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	
Oscurecimiento	base	no	no	base	si	no	base	si	no	si	si	no	
Amarrillamiento	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	
Ningún Cambio													
<b>OBSERVACIONES</b>													
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>No se observan moscos o insectos en el jardín, tampoco existe mal olor o presencia de hongos.</p>													



**Elaborado por:** Autor



### **9.2.2 En Ambientes de Exteriores**

A continuación veremos cómo se comportaron nuestros sustratos en condiciones ambientales normales dentro del hogar. (Ver. Tabla 17 y 20).

### 9.2.2.1 FI/CO (Primera Semana)

**Tabla 45** Resultados de Observación de los Bolsillos No-Tejidos en Condiciones Ambientales Externas Primera Semana

Condiciones Ambientales							Temporada			Seca			
Corriente de Aire	NE 16KMH/ NO 6KMH						Temperatura			23º/9º			
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	4	
Cantidad de FI	51g	39g	50g	45	43g	51g	47g	49g	52g	45g	46g	53	
<b>CARACTERISTICAS</b>													
Seco	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	
Húmedo	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	
Obscurecimiento	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	
Amarillamiento	no	no	no	no	no	no	no	no	no	base	base	base	
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	
Ningún Cambio													
<b>OBSERVACIONES</b>													
<p>Al igual que el jardín interior, los bolsillos son rígidos y de color blanquecino en un inicio, mantienen la humedad en su interior mientras están secos por fuera. El jardín está expuesto al viento, lluvia y sol directo durante horas.</p> <p>Durante el riego de las plantas, que es una vez por la mañana durante cinco días, se observan pequeñas filtraciones de agua en los costados de los bolsillos que al permitir el paso del agua que no se absorbe en el bolsillo es aprovechada para humedecer los bolsillos inferiores.</p> <p>La canaleta recoge el agua impidiendo goteos en el piso</p> <p>No se evidencia presencia de insectos ni de mal olor..</p>													



Elaborado por: Autor

### 9.2.2.2 FI/CO (Tercera Semana)

**Tabla 46** Resultados de Observación de los Bolsillos No-Tejidos en Condiciones Ambientales Externas Tercera Semana

Condiciones Ambientales							Temporada			Lluviosa			
Corriente de Aire	NE 16KM/H/ NNO 8KM/H						Temperatura			24º/5º			
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	4	
Cantidad de FI	51g	39g	50g	45	43g	51g	47g	49g	52g	45g	46g	53	
<b>CARACTERISTICAS</b>													
Seco	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	
Húmedo	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	interior	
Obscurecimiento	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	
Amarrillamiento	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	
Ningún Cambio													
<b>OBSERVACIONES</b>													
<p>En el transcurso de la semana, durante el suministro de nutriente en el jardín, se observa como los bolsillos adquieren tonalidades amarillentas (notorias sobre todo en sus bases), debido a que la mezcla con agua es similar al té negro. No existe mal olor ni presencia de insectos.</p>													



Elaborado por: Autor

### 9.2.2.3 FI/CO (Sexta Semana)

**Tabla 47** Resultados de Observación de los Bolsillos No-Tejidos en Condiciones Ambientales Externas Sexta Semana

Condiciones Ambientales							Temporada			Variable			
Corriente de Aire	NNE 13KMH – NNE5KMH						Temperatura			21º/8º			
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 FI	51g	39g	50g	45	43g	51g	47g	49g	52g	45g	46g	53g	
<b>CARACTERISTICAS</b>													
Seco	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	exterior	no	no	exterior	no	no	no	
Húmedo	interior	interior	interior	interior	interior	interior	todo	todo	interior	todo	todo	todo	
Obscurecimiento	no	no	base	no	borde	no	borde	si	base	base	base	base	
Amarrillamiento	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	moscos	no	moscos	no	no	no	no	no	no	
Mal olor	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	
Ningún Cambio													
<b>OBSERVACIONES</b>	En el transcurso de la cuarta semana de observación, el jardín fue trasladado desde la ciudad de Quito (Sur) hasta la ciudad de Ibarra (Centro).												
El color del sustrato natural es diferente al de un inicio, pues no solo los bolsillos cambiaron de tonalidad, sino que también lo hizo la malla tejida.													
Por lo general los bolsillos se mantienen secos a excepción de aquellos que están en la parte inferior (15, 19, 16, 20 y 24) que se mantienen húmedos por fuera durante más tiempo. Además, es notorio el oscurecimiento de los bolsillos en cada una de las bases.													
No hay mal olor, sin embargo se observan pequeños moscos en los bolsillos 13 y 21, que corresponden a las caléndulas.													



Elaborado por: Autor

### 9.2.2.4 FI/CO (Novena Semana)

**Tabla 48** Resultados de Observación de los Bolsillos No-Tejidos en Condiciones Ambientales Externas Novena Semana

Condiciones Ambientales							Temporada			Variable			
Corriente de Aire	N 13KMH/NE 5KMH						Temperatura			21º/9º			
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	4	
Cantidad de FI	51g	39g	50g	45	43g	51g	47g	49g	52g	45g	46g	53	
<b>CARACTERISTICAS</b>													
<b>Seco</b>	exterior	exterior	no	exterior	no	exterior	no	no	exterior	no	no	no	
<b>Húmedo</b>	interior	interior	interior	interior	interior	interior	todo	todo	interior	todo	todo	todo	
<b>Obscurecimiento</b>	no	base	base	base	si	no	borde	si	si	si	si	base	
<b>Amarrillamiento</b>	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	
<b>Presencia de hongos</b>	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	
<b>Presencia de Insectos</b>	no	no	no	moscos	no	moscos	no	moscos	no	no	no	no	
<b>Mal olor</b>	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	
<b>Ningún Cambio</b>													
<b>OBSERVACIONES</b>													
<p>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.</p>													



Elaborado por: Autor

## CAPITULO X

### 10 ANÁLISIS DE COSTOS

En el siguiente análisis de costos se busca dar a conocer de manera general, los gastos efectuados en la elaboración de los sustratos naturales y de los jardines verticales, con el fin de obtener el valor de la inversión.

#### 10.1 COTIZACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Cotización de los materiales para la elaboración del sustrato natural, del prototipo de jardín vertical y su ensamblaje.

##### 10.1.1 Materia Prima y Ornamentales

**Tabla 49** Costo de Materia Prima y Ornamentales del Jardín Vertical Interno

<b>JARDÍN VERTICAL INTERNO</b>			
DETALLE	CANT.	V.U	V.TOTAL
Fibra de cabuya (blanca) (6.25kg)	1	\$ 3.75	\$ 3.75
Algodón Reciclado (con o sin impurezas) (100g)	1	\$ 5.58	\$ 5.58
Pabulo de Algodón 100%	1	\$ 3.69	\$ 3.69
Sacos de Cabuya	2	\$ 2.50	\$ 5.00
Plantas Ornamentales	9	\$ 0.35	\$ 3.15
Plantas Ornamentales	3	\$ 1.00	\$ 3.00
TOTAL			\$ 24.17

Elaborado por: Autor

**Tabla 50** Costo de Materia Prima y Ornamentales del Jardín Vertical Externo

<b>JARDÍN VERTICAL EXTERNO</b>			
DETALLE	CANT.	V.U	V.TOTAL
Fibra de cabuya (blanca) (6.25kg)	1	\$ 3.75	\$ 3.75
Algodón Reciclado (con o sin impurezas) (100g)	1	\$ 5.58	\$ 5.58
Pabulo de Algodón 100%	1	\$ 3.69	\$ 3.69
Sacos de Cabuya	1	\$ 2.50	\$ 2.50
Malla de Cabuya	1	\$ 0.50	\$ 0.50
Plantas Ornamentales	12	\$ 0.35	\$ 4.20
TOTAL			\$ 20.22

Elaborado por: Autor

**Tabla 51** Costo del Fertilizante (Mantenimiento del Jardín)

<b>MANTENIMIENTO</b>			
DETALLE	CANT.	V.U	V.TOTAL
Fertilizante Bio-estimulante VIAGRO (250cc)	1	\$ 4.10	\$ 4.10
TOTAL			\$ 4.10

Elaborado por: Autor

**10.1.2 Materiales Constructivos****Tabla 52** Costo de Materiales Constructivos (Jardín Interior)

<b>JARDÍN VERTICAL INTERNO</b>			
DETALLE	CANT.	V.U	V.TOTAL
Manguera de pecera	1	\$ 1.49	\$ 1.49
Silicona Celina (250ml)	1	\$ 2.16	\$ 2.16
Silicona Líquida (250ml)	2	\$ 2.10	\$ 4.20
Plancha plástica (1m)	1	\$ 1.75	\$ 1.75
Varilla de cortina (1plg)	1	\$ 3.00	\$ 3.00
Soportes de Cortina	2	\$ 0.15	\$ 0.30
Pernos	4	\$ 0.10	\$ 0.40
Tacos de fijación	4	\$ 0.04	\$ 0.16
Canaleta	1/2	\$ 1.30	\$ 0.65
TOTAL			\$ 14.11

Elaborado por: Autor

**Tabla 53** Costo de Materiales Constructivos (Jardín Exterior)

<b>JARDÍN VERTICAL EXTERNO</b>			
DETALLE	CANT.	V.U	V.TOTAL
Accesorios Aeration Kit	1	\$ 3.95	\$ 3.95
Adhesivo Universal (50ml)	1	\$ 2.29	\$ 2.29
Silicona Líquida (250ml)	2	\$ 2.10	\$ 2.10
Silicona Celina (100ml)	1	\$ 1.08	\$ 1.08
Plancha Plástica (1m)	1	\$ 1.75	\$ 1.75
Caja de grapas	1/2	\$ 1.40	\$ 0.70
Bisagras	2	\$ 0.30	\$ 0.60
Pintura Spray para Madera	1	\$ 5.61	\$ 5.61
Placa de madera (60x45cm)	1	\$ 8.00	\$ 8.00
Pernos	4	\$ 0.10	\$ 0.40
Tacos de fijación	4	\$ 0.04	\$ 0.16
Canaleta	1/2	\$ 1.30	\$ 0.65
TOTAL			\$ 27.29

Elaborado por: Autor

### 10.1.3 Herramientas

Tabla 54 Costo de Herramientas

<b>HERRAMIENTAS</b>			
DETALLE	CANT.	V.U	V.TOTAL
Pinzas	2	\$ 3.28	\$ 6.56
Cepillo de alambre (4x16)	1	\$ 2.31	\$ 2.31
Metro	1	\$ 1.70	\$ 1.70
Regla	1	\$ 0.30	\$ 0.30
Agujas	4	\$ 0.13	\$ 0.52
Tijeras	1	\$ 2.10	\$ 2.10
Marcador	1	\$ 0.50	\$ 0.50
Lápiz	1	\$ 0.35	\$ 0.35
Quita grapas	1	\$ 0.75	\$ 0.75
TOTAL			\$ 15.09

Elaborado por: Autor

### 10.1.4 Servicios

Tabla 55 Tiempo de Operaciones

<b>OPERACIÓN POR MAQUINA</b>	
MAQUINA	TIEMPO
<b>MESA VAPORIZADORA</b>	
Bolsillos (24)	576 s
Tiras de sustrato interno	12 s
Malla sustrato interno	60 s
Malla sustrato externo	180 s
	828 s
<b>PULIDORA</b>	
Laminas metálicas	420 s

Elaborado por: Autor

Tabla 56 Costo de Agua Requerida

<b>CANTIDAD DE AGUA REQUERIDA</b>		
OPERACION	CANTIDAD	COSTO
Remojo de cortinas de cabuya	2 ½ gal	
Lavado de raíces	4 ½ gal	
	7 gal	
<b>Cálculo:</b>		
$\frac{7_{gal} \times 0.0379_{m^3}}{1_{gal}} = 0.2653_{m^3} \times 0.72_{ctvs.} = 0.19_{ctvs.}$		



TOTAL		\$ 0.19

Elaborado por: Autor

**Tabla 57** Costo de Energía Requerida

ENERGIA RQUERIDA POR MAQUINA	
MAQUINA	COSTO
<b>MESA VAPORIZADORA</b>	
$0.5 \text{ kw/h} \times 2.44 \text{ kw/h} = 1.22 \text{ kw/h}$	
$\frac{1.22 \text{ kw} \times 828_s}{3600_s} = 0.28_{ctvs.}$	
	0.28 ctvs.
<b>PULIDORA</b>	
$3/4 \text{ HP} \times 0.75 \text{ kw} \times 2.44 \text{ kw/h} = 1.37 \text{ kw/h}$	
$\frac{1.37 \text{ kw} \times 420_s}{3600_s} = 0.16_{ctvs.}$	
	0.16 ctvs.
TOTAL	
	\$ 0.44

Elaborado por: Autor

**Tabla 58** Costo de Servicios Varios

SERVICIOS VARIOS			
OPERACION	VU	CANTIDAD	COSTO
Costura de Bolsillos	\$ 0.05	24	\$ 1.20
TOTAL			\$ 1.20

Elaborado por: Autor

### 10.1.5 Mano de Obra

**Tabla 59** Costo de Mano de Obra

MANO DE OBRA				
Artesano	Salario	H. Trabajadas	H. Mes	Costo
1	\$ 368.36	168	160	
	$\frac{\$ 368.36 \times 168 \text{ h}}{160 \text{ h}} = \$ 386.78$			
TOTAL				\$ 386.78

Elaborado por: Autor

### 10.1.6 Costos Varios

Tabla 60 Costos Varios

<b>VARIOS</b>	
DETALLE	V.TOTAL
Transporte	\$ 15.00
Imprevistos	\$ 25.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 40.00</b>

Elaborado por: Autor

### 10.1.7 Costo Total de la Inversión

Tabla 61 Costo Total de Inversión

	<b>MP&amp;O + MC</b>		<b>Total</b>
JARDIN VERTICAL INTERIOR	24.17 + 14.11		\$ 38.28
JARDIN VERTICAL EXTERIOR	20.22 + 27.29		\$ 47.51
		<b>\$ 85.79</b>	
MANTENIMIENTO Y HERRAMIENTAS	4.10 + 15.09		\$ 19.19
ENERGIA ELECTRICA Y AGUA	0.44 + 0.19		\$ 00.63
SERVICIOS VARIOS	1.20		\$ 1.20
VARIOS	40		\$ 40.00
		<b>\$ 61.02</b>	
<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$ 146.81</b>	
MANO DE OBRA	386.78		\$ 386.78
<b>COSTO TOTAL DE INVERSION</b>			<b>\$ 533.59</b>

Elaborado por: Autor

## CONCLUSIONES

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

1. La tabla 43 y 47 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.
2. Tomando en cuenta las observaciones de las tablas 27, 31 y 43, el jardín interno presentó resultados favorables ya que las plantas se mantuvieron vivas a excepción de la Petunia Azul y Marsilea, ésta última no se adaptó a ningún jardín, por lo que queda demostrado que no es una planta recomendada en este tipo de estructuras que emplean sustratos de cabuya y algodón.
3. 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. Tomando en cuenta las tablas 33 y 37, 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.

4. Solamente las plantas de la variedad Mariposa y Ojos de Poeta pudieron soportar las anteriores condiciones. Con estos resultados desalentadores, se trasladó el modulo externo hacia la ciudad de Ibarra, donde el clima es más templado y no existen cambios bruscos de temperatura.

5. Las plantas sobrevivientes lograron aclimatarse al nuevo ambiente, y las recién colocadas (Verbenas y caléndulas) no presentaron inconvenientes, por el contrario se habituaron al sustrato natural con gran rapidez.
6. 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 (Ver Anexo 3. Imagen 159); 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 (Ver Anexo 3. Imagen 158).
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. Las plantas ornamentales, en su mayoría y en condiciones ambientales normales, se adaptaron a los bolsillos no tejidos, especialmente las de

raíces abundantes y de mediana longitud como los helechos blancos, margaritas, mariposas, milflores, verbenas, caléndulas y ojos de poeta. (Ver Tabla 31 y 39)

12. El jardín interno se mantuvo verde suministrando 200 mililitros de agua cada noche, durante seis días a la semana. Con dos gotas de nutriente en el agua cada 7 días. La vitalidad del jardín externo mejoró suministrando 250 a 300 mililitros de agua cada noche durante seis días a la semana. Con tres gotas de nutriente hidropónico cada 7 días.
13. 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.
14. La exposición prolongada a los rayos UV y la humedad retenida, aceleran el desgaste y descomposición de las fibras de cabuya (Ver Anexo 3 Imagen 159).
15. 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 (Ver Tabla 43 y 45); 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 (ver Tabla 47)
16. 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 %).
17. 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

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Las cinco semanas restantes de observación del jardín externo (Tablas 35 y 39), se constató que las plantas se mantuvieron verdes desarrollándose naturalmente con las siguientes recomendaciones.

Riego nocturno: la hidratación en horas de la noche; se suministró agua en cada bolsillo hasta que éste queda completamente húmedo durante seis días por semana.

Estabilidad climática: se trasladó el modulo hasta la ciudad de Ibarra puesto que allí no existen cambio bruscos de temperatura, el clima es más templado y fresco.

5. Además, es recomendable que para el cuidado y mantención de jardines verticales, se deba tener conocimientos básicos de jardinería.
6. Se recomienda difundir la propuesta de jardines verticales para el aprovechamiento de sus beneficios tanto en exteriores como en interiores.
7. 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.
8. Utilizar en lo posible agua sin cloro para mejores resultados.
9. 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.

10. Por ser una fibra de color claro, se recomienda tinturarla con colorantes naturales, para que los bolsillos adquieran una apariencia más vistosa y sea más agradables.
11. 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.

## BIBLIOGRAFIA

- ✓ Agropecuarias Séptimos. (16 de Septiembre de 2014). *Términos más comunes en la Agricultura*. Obtenido de Definición de Plantas Ornamentales: <http://agrosep2014.blogspot.com/2014/12/terminos-mas-comunes-en-la-agricultura.html>
- ✓ Anónimo. (Enero de 2010). *Plantas y flores*. Obtenido de Plantas Ornamentales: <http://plantayflor.blogspot.com/2010/01/plantas-ornamentales.html>
- ✓ Anónimo. (2010). *Plants Rescue*. Obtenido de Plants & Flowers: A comprehensive plants and flower database: <http://www.plantsrescue.com/tag/dracaena-godseffiana/>
- ✓ Anónimo. (29 de Agosto de 2012). *Las flores ornamentales y sus beneficios*. Obtenido de Eco-Blog: <http://ecuadorecologico.com/blog/las-flores-ornamentales-y-sus-beneficios/>
- ✓ Anónimo. (2013). *Verdtical: Ecosistemas Saludables*. Obtenido de El Vivero del Jardín Vertical: <http://www.verdtical.com/vivero-jardin-vertical/>
- ✓ Anónimo. (24 de Septiembre de 2015). *Planta Ornamental*. Obtenido de EcuRed: [http://www.ecured.cu/index.php/Planta\\_ornamental](http://www.ecured.cu/index.php/Planta_ornamental)
- ✓ Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Tecnicos. (2005). Non-Woven. *Manual de Tejidos No-Tejidos (Manual Técnico)*. (A. Borovich, Ed.) Obtenido de <http://www.megaplastic.com/#!informes/cfvg>
- ✓ *Atlas Catamarca*. (24 de Marzo de 2014). Obtenido de [http://www.atlas.catamarca.gov.ar/index.php?option=com\\_glossary&letter=E&id=286](http://www.atlas.catamarca.gov.ar/index.php?option=com_glossary&letter=E&id=286)
- ✓ Bass, B., & Baskaran, B. (2003). *Evaluating rooftop and vertical gardens as an adaptation strategy for urban areas*. CCAF IMPACTS AND ADAPTATION PROGRESS REPORT , Institute for Research and Construction, Canada.



- ✓ Benalcázar, P. V. (2004). *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.
- ✓ Benzing, D. H. (1990). *Vascular Epiphytes: General Biology and Related Biota*. Cambridge University Press.
- ✓ Blanc, P. (2006). The vertical garden, from nature to cities. Obtenido de [www.verticalgardenpatrickblanc.com](http://www.verticalgardenpatrickblanc.com).
- ✓ Bringslimark, T. H. (2007). Psychological benefits of indoor plants in workplaces. En *HortScience* (Vol. 42, págs. 581-587.).
- ✓ Bruse, M., Thönnessen, M., & Radtke, U. (8-12 de november de 1999). Practical and theoretical investigation of the influence of facade greening on the distribution of heavy metals in urban streets. *International Conference. on Urban Climatology*. Sydney, Australia.
- ✓ Centre for Subtropical Design. (2004). Research projects: Living walls Queensland University of Technology. Obtenido de <http://www.subtropicaldesign.bee.qut.edu.au/LivingWallsResearch.html>
- ✓ Checa, C., & Jurado, F. (2002). *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.
- ✓ Darlington, A. D. (2001). The Biofiltration of indoor air: air flux and temperature influence the renoval of toluene, ethylene and xylene. En *Environmental Science & Technology*. 35 (págs. 240-246). M.A.
- ✓ Dunnett, N., & Kingsbury, N. (2004). *Planting green roofs and living walls*. . Portland (OR): .Timber Press.
- ✓ Fernández, R. P. (2008). 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*, (págs. 231-236). Pontevedra.

- ✓ Flores, A. (2014). *Las plantas epífitas: Un modelo de estudio para entender la dinámica de las comunidades*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Departamento de Ecología y Conservación. , Cuernavaca.
- ✓ Fortuño, A. (24 de Diciembre de 2014). *Jardines Verticales*. Obtenido de Jardines Urbanos, Modernos y Verticales: <http://jardin.about.com/od/Creaujardin/a/Jardines-Verticales.htm>
- ✓ Haro, H. P. (2011). *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.
- ✓ Hidalgo, F. (4 de Octubre de 2011). *Tecnologías de Naturación: Jardines Verticales y Techos Verdes. I Jornadas Envolvertes Tecnologicas*. Sevilla, España. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=Y0obPsWTKxk>
- ✓ *House Plants Expert: Passionete about indoor growins*. (s.f.). Obtenido de <http://www.houseplantsexpert.com/delta-maidenhair-fern.html>
- ✓ Hoyano, A. (s.f.). Profesor, Tokyo Institute of Technology.
- ✓ Institute of Physics, i. B.-A. (2002). *Urban ecological model projects. Berlin Senate for Urban Development*. Berlin. Obtenido de [http://www.a.tuberlin.de/gte/forschung/Adlershof/afaltblatt\\_institut\\_physik\\_engl.pdf](http://www.a.tuberlin.de/gte/forschung/Adlershof/afaltblatt_institut_physik_engl.pdf)
- ✓ Köhler, M. (1993). *Fassaden- und dachbegrünung*. Stuttgart, Alemania.
- ✓ Lohr, V. P.-M. (1996). *Interior plants may improve worker productivity and reduce stress in a windowless environment*. Washington State University, Department of Horticulture and Landscape Architecture. *J. Environ. Hortic.*
- ✓ *Manual para Educación Agropecuaria, Cultivo de Fibras* (Cuarta ed.). (1986). México: Trillas.

- ✓ Park, S. (2006). *Randomized clinical trials evaluating therapeutic influences of ornamental indoor plants in hospital rooms on health outcomes of patients recovering from surgery*. Tesis Doctoral, Kansas State University, Manhattan, Kansas (USA). Obtenido de <http://hdl.handle.net/2097/227>
- ✓ PECALTex. (2013). *PPECALtex Hilos de Calidad*. Obtenido de [http://pecaltex.com.mx/Pecaltex/Sobre\\_el\\_Algodon.html](http://pecaltex.com.mx/Pecaltex/Sobre_el_Algodon.html)
- ✓ Pérez, J. (1974). *El Fique, su Taxonomía, Cultivo y Tecnología* (Segunda ed.). Medellín, Colombia: Colina.
- ✓ *PlantasAereas.cl*. (s.f.). Obtenido de [http://www.plantasaereas.cl/plantas\\_epifitas.html](http://www.plantasaereas.cl/plantas_epifitas.html)
- ✓ Schmidt, M. (11-12 de May de 2006). The evapotranspiration of greened roofs and facades. *Fourth Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference*, 1-10. Boston, USA.
- ✓ Serranía, J. (s.f.). *Fachadas Vegetales*. Obtenido de [http://www.urbanarbolismo.es/blog/wp-content/uploads/0\\_DOC\\_URBANARBOLISMO/PDF/PDF%20Fachadas%20vegetales%20MQ.pdf](http://www.urbanarbolismo.es/blog/wp-content/uploads/0_DOC_URBANARBOLISMO/PDF/PDF%20Fachadas%20vegetales%20MQ.pdf)
- ✓ Sharp, R. .. (2004). Living walls. *Sitelines June-July*. 6.
- ✓ Simbaña , A. (2008). *Revista Líderes.ec*. Recuperado el 3 de Agosto de 2014, de <http://www.revistalideres.ec/Otros-sectores/Listado-Otros-Sectores/LD090504P20ENPERSPECTIVA.aspx>
- ✓ Taraba, S. (2003). The history of facade greening. *FassadenGrün*, Leipzig. Obtenido de <http://www.fassadengruen.de>
- ✓ Vásquez, M. C. (2011). *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 Obtencion del Título de Ingeniera Agropecuaria, PUCE-SI, Ibarra.
- ✓ Viracocha, W. (2013). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN VIVERO PERMANENTE DE PLANTAS*

ORNAMENTALES EN EL CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA. Tesis , Universidad Nacional de Loja, Carrera de Ingeniería en Administración y Producción Agropecuaria, Loja.

- ✓ Wilmers, F. (1988). Green melioration of urban climate. En *Energy and Buildings* (Vol. 11, págs. 289-299).
- ✓ Wolverton, B. J. (1989). *Interior landscape plants for indoor air*. Final Report, NASA/ALCA. Stennis Space Center, MS (USA). Obtenido de <http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19930073077.pdf>
- ✓ Yamada, H. (s.f.). Profesor, Osaka University.

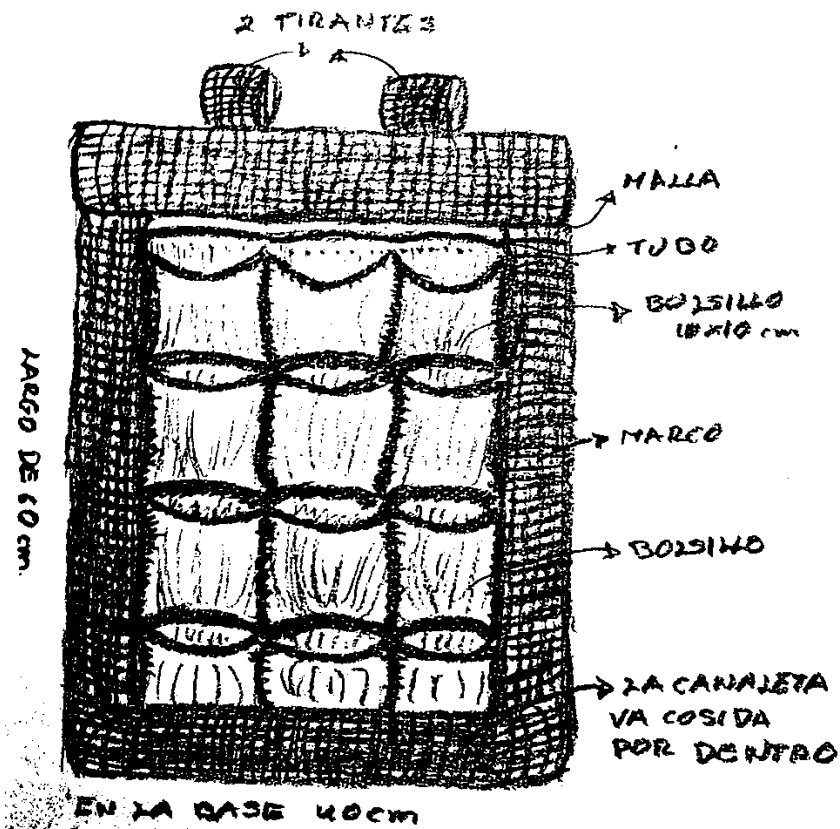
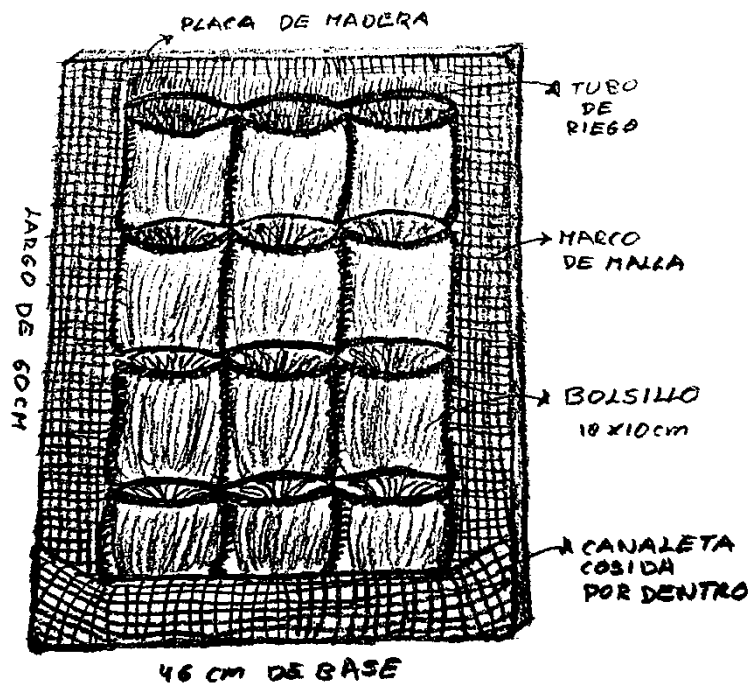
## ANEXOS

### Anexo 1.- Características de las principales materias primas para fibras y filamentos

Nombre	Símbolo	Títulos (dTex)	Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	Resistencia al calor (°C)	Contacto con llama	Análisis por solvente
<i>Poliéster</i>	PES	1.0 a 14	1.38	220-240 ablanda	Olor a leche quemada, deja reborde redondo y duro	Disuelve con nitrobenzol hirviendo
<i>Poliamida</i>	66 PA66	1.5 a 17	1.14	220-230 ablanda	Olor de salsa verde deja reborde redondo duro	Disuelve en ácido fórmico en frío
<i>Acrílico</i>	PAC	0.7 a 17	1.17	250 ablanda	Olor picante, deja reborde irregular	Disuelve con dimetil-formamida en hervor
<i>Polipropileno</i>	PP	3.3 a 20	0.91	170-175 ablanda	Olor a vela quemada	Disuelve con adocalina en hervor
<i>Algodón</i>	CO	1.1 a 3	1.52	120 ablanda, 160 descompone	, Olor a papel quemado, deja cenizas	Destruído con hipo-clorito de sodio caliente
<i>Lana</i>	WO	2.0 a 11	1.32	130 se descompone	Olor a pelo quemado, deja reborde y cenizas	Disuelve en soda cáustica al 5% en hervor
<i>Acetato</i>	CA	50 a 200	1.32	175 a 190 ablanda, deja reborde duro	Olor picante	Disuelve con acetona en frío

**Fuente:** Associação Brasileira das Industrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos (2005). Manual de No-Tejidos (p. 14). Traducción y adaptación por Adrián Borovich – Megaplastic, 2005 ©

Anexo 2.- Boceto de diseño de Jardín Vertical Interno y Externo



**Anexo 3.-** Bolsillos no tejidos aproximadamente a un año de inicio de experimento.



**Imagen 158** No tejido bolsillo jardín interno



**Imagen 159** No tejido bolsillo jardín interno