

**DISEÑO Y DESARROLLO DE EMPAQUE SOSTENIBLE PARA ARTESANÍAS  
MEDIANTE EL USO DE FIBRAS DE FIQUE TRATADAS CON NANO  
PARTÍCULAS DE COBRE Y PLATA QUE CUMPLA CON ESTÁNDARES  
FITOSANITARIOS**

**VICTOR HUGO BALAGUERA PADILLA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO-MECANICAS  
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
BUCARAMANGA  
2011**

**DISEÑO Y DESARROLLO DE EMPAQUE SOSTENIBLE PARA ARTESANÍAS  
MEDIANTE EL USO DE FIBRAS DE FIQUE TRATADAS CON NANO  
PARTÍCULAS DE COBRE Y PLATA QUE CUMPLA CON ESTÁNDARES  
FITOSANITARIOS**

**VICTOR HUGO BALAGUERA PADILLA**

**Proyecto de grado como requisito para optar al título de  
Diseñador Industrial**

**DIRECTOR DE PROYECTO  
MIGUEL ENRIQUE HIGUERA MARÍN D.I.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO-MECANICAS  
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
BUCARAMANGA  
2011**

## CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>15</b>
<b>1. GENERALIDADES DEL PROYECTO</b>	<b>17</b>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2 OBJETIVO GENERAL	18
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.4 IMPACTO ESPERADO	20
1.4.1 Impacto social	20
1.4.2 Impacto económico	20
1.4.3 Impacto ambiental	20
1.5 ALCANCES DEL PROYECTO	20
1.6 LIMITACIONES DEL PROYECTO	20
<b>2. INFORMACIÓN DEL TIPO DE MATERIAL</b>	<b>21</b>
2.1 FIQUE	21
2.1.1 Clasificación taxonómica	21
2.1.2 Variedades cultivadas en Colombia	22
2.1.3 Composición del fique	23
2.2 PROCESO PRODUCTIVO	24
2.2.1 El cultivo	24
2.2.2 El beneficio	25
2.2.3 La industria	28
2.3 POLÍTICA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA	30
2.4 PROPIEDADES DE LAS FIBRAS DE FIQUE MODIFICADAS	31
2.4.1 Propiedades Mecánicas	31
2.4.2 Propiedades antimicrobianas	36

2.4.2.1.	Prueba sobre la actividad antibacteriana de las fibras de fique modificadas con nanopartículas de plata y óxido de cobre	37
2.4.3	Color	43
<b>3.</b>	<b>EVALUACIÓN DEL MERCADO ARTESANAL PARA EXPORTACIÓN</b>	<b>45</b>
<b>4.</b>	<b>DISEÑO SOSTENIBLE</b>	<b>49</b>
4.1	CONCEPTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE	49
4.2	ESTRATEGIAS PARA EL DISEÑO SOSTENIBLE	49
4.2.1	Selección de materiales de bajo Impacto	49
4.2.2	Reducción del uso de materiales	50
4.2.3	Optimización de las técnicas de producción	51
4.2.4	Optimización de los sistemas de distribución	51
4.2.5	Reducción del impacto durante el uso	52
4.2.6	Optimización de la vida del producto	52
4.2.7	Optimización del fin de vida del sistema	53
4.2.8	Desarrollo de nuevos conceptos	54
4.3	DEFINICIÓN DE EMPAQUE SOSTENIBLE	55
4.4	LAS 7 R's DEL EMPAQUE SOSTENIBLE	55
<b>5.</b>	<b>LEGISLACIÓN TÉCNICA PARA EMPAQUES TIPO EXPORTACIÓN</b>	<b>57</b>
5.1	DIRECTIVA 92/59/CE DE LA UNIÓN EUROPEA.	57
5.1.1	Reutilización: Norma UNE-EN 13429	58
5.1.2	Reciclaje: Norma UNE-EN 13430	60
5.1.3	Recuperación de energía: Norma UNE-EN 13431	61
5.1.4	Compostaje o biodegradación: Norma UNE-EN 13432	61
5.2	ETIQUETA ECOLÓGICA	63
5.3	PARÁMETROS PARA EL SISTEMA DE EMPAQUE	64

5.3.1	Norma ISO 3394	64
5.3.2	Norma ISO 780 y 7000	65
5.3.3	Manipulación manual	68
5.3.4	Consideraciones para el empaquetado y embalaje de productos	68
<b>6.</b>	<b>CASO ESPECÍFICO</b>	<b>70</b>
6.1	ARTE GRÁFICO GUANE	70
6.2	ABRECARTAS ARTESANAL	72
<b>7.</b>	<b>ESTADO DEL ARTE</b>	<b>75</b>
7.1	DEFINICIONES BÁSICAS	75
7.2	ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL	77
7.2.1	Mi Tierra Artesanal	78
7.2.2	Metamorfoses design	78
7.2.3	Estudio	79
<b>8.</b>	<b>DESARROLLO PROYECTUAL</b>	<b>80</b>
8.1	REQUERIMIENTOS DE DISEÑO	80
8.2	DESARROLLO DE ALTERNATIVAS	81
8.2.1	Evaluación de alternativas	84
8.3	EVOLUCIÓN DE ALTERNATIVAS	85
8.3.1	AGLOMERADO DE FIBRAS DE FIQUE Y PAPEL	85
8.3.2	Matriz de selección para la propuesta final	91
<b>9.</b>	<b>PROPUESTA FINAL</b>	<b>92</b>
9.1	EMPAQUE A BASE DE PULPA Y FIBRA	92
9.1.1	Materiales y procesos	94
9.1.2	Beneficios	96
9.2	IMAGEN DEL PRODUCTO	96
9.2.1	Logo	97

9.2.2	Tipografía	97
<b>10.</b>	<b>PROTOTIPO</b>	<b>98</b>
10.1	COSTOS	98
10.1.1	Moldes y troqueles	98
10.1.2	Costos de producción	99
10.2	PLANOS TECNICOS	100
<b>11.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>103</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>105</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Proceso productivo del fique	25
Figura 2. Corte, destune y despalmado	26
Figura 3. Desfibrado, fermentado y lavado	27
Figura 4. Sacudido, secado y empaque	27
Figura 5. Artesanías de fique	28
Figura 6. Cojines hechos de fique	29
Figura 7. Máquina y ensayo de tracción	32
Figura 8. Empaques utilizados en la prueba	39
Figura 9. Muestras viernes 20 de mayo 11:00 am	39
Figura 10. Muestras sábado 21 de mayo 10:00 am	40
Figura 11. Muestras sábado 21 de mayo 11:44 pm	40
Figura 12. Muestras domingo 22 de mayo 11:07am	41
Figura 13. Muestras domingo 22 de mayo 9:17 pm	41
Figura 14. Muestras lunes 23 de mayo 5:20 pm	42
Figura 15. Presencia de bacterias	43
Figura 16. Exportaciones de artesanías colombianas por país	47
Figura 17. Características para la compra de artesanías	48
Figura 18. Pictografías Guanes	70
Figura 19. Artefactos Guanes	71
Figura 20. Alternativas abrecartas 1	72

Figura 21.	Alternativas abrecartas 2	73
Figura 22.	Dimensiones abrecartas	74
Figura 23.	Abrecartas GUANENTA	74
Figura 24.	Empaque tetra-brick de Akesson Vin	75
Figura 25.	Six-pack Doss Blockos Beer	76
Figura 26.	Practi-guacal	77
Figura 27.	Empaque porta inciensos	78
Figura 28.	Empaque para artesanías de Metamorfoses Design	79
Figura 29.	Empaque y display ESTUDIO	79
Figura 30.	Alternativas de empaque I - V	82
Figura 31.	Alternativas de empaque VI - VII	83
Figura 32.	Análisis del arte gráfico GUANE	86
Figura 33.	Alternativa 1	87
Figura 34.	Alternativa 2	88
Figura 35.	Alternativa 3	89
Figura 36.	Alternativa 4	90
Figura 37.	Piezas del empaque para abrecartas GUANENTA	92
Figura 38.	Empaque utilizado como exhibidor	93
Figura 39.	Moldeado de la lámina para el prototipo final	94
Figura 40.	Corte de la lámina para el prototipo final	95
Figura 41.	Logo abrecartas GUANENTA	97
Figura 42.	Empaque para Abrecartas GUANENTA	98
Figura 43.	Plano de las piezas del empaque	100
Figura 44.	Plano de la tapa superior del empaque	101

Figura 45. Plano de la tapa inferior del empaque	102
Figura 46. Empaque para frutas elaborado con el aglomerado	104

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición química de la hoja de fique	23
Tabla 2. Estructura física de la hoja de fique	24
Tabla 3. Industrialización de los productos del fique	29
Tabla 4. Propiedades mecánicas de las fibras	35
Tabla 5. Color de las fibras según la concentración de material	44
Tabla 6. Población artesana por oficios	45
Tabla 7. Principales exportaciones de artesanías colombianas por posición arancelaria	46
Tabla 8. Evaluación de alternativas planteadas	84
Tabla 9. Matriz de selección para las alternativas planteadas	91

## RESUMEN

**Título:**

DISEÑO Y DESARROLLO DE EMPAQUE SOSTENIBLE PARA ARTESANÍAS MEDIANTE EL USO DE FIBRAS DE FIQUE TRATADAS CON NANO PARTÍCULAS DE COBRE Y PLATA QUE CUMPLA CON ESTÁNDARES FITOSANITARIOS\*

**Autor:**

VICTOR HUGO BALAGUERA PADILLA\*\*

**Palabras clave:**

Fique, nanopartículas, empaque, sostenibilidad, diseño de producto

**Descripción:**

El desecho de residuos es uno de los problemas que ha llevado a que en la actualidad diferentes políticas ambientales y regulaciones a nivel mundial, promuevan el uso de materias primas biodegradables, productos sostenibles y procesos que causen el menor impacto posible en el medio ambiente. Por esta razón el Grupo de investigación en Fisicoquímica Teórica y Experimental – GIFTEX, ha estado desarrollando una investigación, en la que se adhieren por medio de síntesis y reducción, nanopartículas de plata y óxido de cobre a la superficie de fibras de fique, fibras naturales que debido a su bajo impacto ambiental, biodegradabilidad, propiedades aislantes y mecánicas, son de gran interés en la actualidad.

Para el desarrollo del proyecto se realizó la caracterización mecánica de cada una de las muestras de las fibras de fique crudas y modificadas, luego se realizó una comparación del comportamiento mecánico de estas fibras, y se pudo determinar que las fibras modificadas presentan mejoras en su rendimiento mecánico. Teniendo en mente la necesidad de crear un empaque que utilizara de forma eficiente las fibras modificadas, y que además conservara las características antibacterianas de las nanopartículas; se realizó una prueba sobre la actividad antibacteriana en las fibras de fique, que permitió evaluar la posibilidad de usar las fibras de fique modificadas de una forma novedosa, en la que se utilizó un aglomerado hecho a base de papel reciclado, fibras modificadas y almidón de yuca. De esta manera se logró comprobar que el aglomerado conservaba estas cualidades. El empaque fue diseñado teniendo en cuenta normas internacionales para la exportación, que se ajustara a las necesidades actuales de crear productos sostenibles y amigables con el medio ambiente; que además le ofreciera al usuario la posibilidad seguirlo usando por algún tiempo y que al momento de descartarlo se pudiera biodegradar o compostar.

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de Ingenieras Físico Mecánicas, Escuela de Diseño Industrial, Director: Enrique Higuera Marín D.I.

## **ABSTRACT**

**Title:**

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A HANDICRAFTS SUSTAINABLE PACKAGE USING FIQUE FIBERS TREATED WITH SILVER AND COPPER NANOPARTICLES THAT MEETS PHYTOSANITARY STANDARDS\*

**Author:**

VICTOR HUGO BALAGUERA PADILLA\*\*

**Key words:**

Fique, nanoparticles, packaging, sustainability, product design

**Description:**

Disposal of waste is one of the problems which have led that today different environmental policies and regulations worldwide, promote the use of biodegradable raw materials, sustainable products and processes that cause the least possible impact on the environment. For this reason, the research group in Theoretical and Experimental Physical Chemistry - GIFTEX (by its Spanish acronym), has been carrying out a research, in which are attached by means of synthesis and reduction, nanoparticles of silver and copper oxide to the surface of fique fibers, natural fibers that due to its low environmental impact, biodegradability, mechanical and insulating properties, are of great current interest.

To develop the project a mechanical characterization of each of the samples of raw fique fibers and modified fibers were carried out, then a comparison of the mechanical behavior of these fibers was done, and it was determined that the modified fibers show improved mechanical performance. Bearing in mind the need to create a package that efficiently use the modified fibers, and also retained the antibacterial properties of nanoparticles, a test was conducted on the antibacterial activity of fique fibers, which allowed us to evaluate the possibility of using the modified fique fibers in a novel way in which we used an agglomerate made from recycled paper, modified fibers and starch from cassava. This test ensured that the agglomerate did keep all these qualities. The packaging was designed taking into account international standards for export, that would meet the current need to create sustainable and environmentally friendly products, it also offers users the possibility to continue using it for some time and when discard, it could biodegrade or compost.

\* Degree thesis

\*\* Facultad de Ingenieras Físico Mecánicas, Escuela de Diseño Industrial, Director: Enrique Higuera Marín D.I.

## INTRODUCCIÓN

*“Los productos son la fuente de todos los problemas ambientales. Puede parecer sorprendente, pero la mayor parte de los problemas ambientales lo causan los efectos laterales no intencionales de la fabricación, uso y disposición de los productos”<sup>1</sup>*

El desecho de residuos es uno de los problemas que el ser humano ha tenido que afrontar desde el establecimiento de comunidades, problema que ha ido aumentando a medida que en la sociedad en la que vivimos se hace más común el “usar y tirar” con todo tipo de bienes de consumo. Es este hecho el que ha llevado a que en la actualidad diferentes políticas ambientales y regulaciones a nivel mundial, promuevan el uso de materias primas biodegradables, productos sostenibles y procesos que causen el menor impacto posible en el medio ambiente; proponiendo a los diseñadores el reto de crear productos que durante todo su ciclo de vida sean amigables con el medioambiente.

Las fibras naturales, como consecuencia, son tema de actualidad y gran interés a todo nivel. Industrialmente las fibras naturales son atractivas debido a su bajo impacto ambiental, biodegradabilidad, propiedades aislantes y mecánicas. En nuestra región y en muchas otras de Colombia existe un material natural biodegradable que durante mucho tiempo ha sido utilizado por sus importantes características, pero que ha perdido protagonismo debido al uso de materiales sintéticos que han ido reemplazándolo en muchas de sus aplicaciones, este material es el fique, una fibra natural nativa de Colombia, extraída de las hojas de plantas pertenecientes a la especie *Frucraea*, oriundas de la región andina de Colombia, que pertenece al grupo de fibras resistentes o “duras”, utilizadas

<sup>1</sup> DATSCHEFSK, Edwin. El rediseño de productos: productos sustentables, el regreso a los ciclos naturales. 1 ed. México: McGraw-Hill, 2002. p.[16]

tradicionalmente para la elaboración de cordeles, sogas, textiles, empaques y como materia prima de diferentes tipos de artesanías.

Por esta razón el Grupo de investigación en Fisicoquímica Teórica y Experimental (GIFTEX), de la escuela de Química de la Universidad Industrial de Santander ha venido desarrollando un proyecto en el que se adhieren mediante los procesos de síntesis y reducción, nanopartículas de cobre y plata a las fibras de fique, aportándole a estas, diferentes características químicas y físicas, y nuevos campos de aplicación.

## **1. GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

A lo largo de nuestra existencia el ser humano ha utilizado gran variedad de formas, materiales y dispositivos para guardar cosas, desde la utilización de elementos naturales como hojas y pieles de animales hasta métodos más complejos que utilizan materiales novedosos. El empaque surgió con el objetivo de conservar y proteger los productos del paso del tiempo, sin embargo hoy en día este tiene que desempeñar muchas de las tareas de venta, desde captar la atención y describir el producto, hasta realizar la venta en sí; por esto la gran importancia del empaque para un producto.

En el sector artesanal puede decirse que actualmente, los artesanos no cuentan con empaques diseñados para sus productos, y que por lo general guardan sus productos en cajas con periódico u otros elementos improvisados. Si se piensa en vender productos artesanales a otros países se debe considerar el desarrollo de sistemas de empaque adecuados que garanticen que las piezas queden protegidas, y lleguen en buen estado a su destino.

Partiendo de la necesidad actual de aplicar materiales biodegradables y procesos amigables con el medio ambiente, y la urgencia de crear empaques para los productos artesanales, se propone el desarrollo de este proyecto, que se ve como la oportunidad de crear un producto sostenible que dará solución a estas necesidades.

## **1.2 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un empaque para artesanías mediante el uso de fibras de fique modificadas, que cumpla con requerimientos fitosanitarios para exportación.

### **1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la resistencia mecánica de las fibras de fique crudas y modificadas, mediante pruebas de tensión.
- Establecer posibles soluciones de diseño llevando a cabo un análisis de mercado en el sector artesanal.
- Definir los requerimientos fitosanitarios necesarios para un empaque tipo exportación.
- Determinar los parámetros de diseño mediante el análisis de la información recopilada.
- Proponer un prototipo funcional de empaque.

## **1.4 IMPACTO ESPERADO**

### **1.4.1 Impacto social**

Renovar la visión que se tiene del fique como material netamente artesanal, mediante el diseño de un empaque que brinde nuevas posibilidades de uso.

### **1.4.2 Impacto económico**

Abrir un nuevo campo de aplicación para las fibras de fique, que permita el crecimiento del sector figuero.

### **1.4.3 Impacto ambiental**

Disminuir la cantidad de desechos producidos por el uso de empaques, mediante la aplicación de nuevas tareas a este.

## **1.5 ALCANCES DEL PROYECTO**

- Construir un prototipo utilizando fibras de fique modificadas con nano partículas de cobre y plata.
- Evaluar las características del prototipo de empaque para artesanías.

## **1.6 LIMITACIONES DEL PROYECTO**

- Cantidad de material disponible para realizar modelos y pruebas en estos.
- Fabricar el prototipo definitivo utilizando los mismos procesos de producción que serían utilizados industrialmente.

## 2. INFORMACIÓN DEL TIPO DE MATERIAL

### 2.1 FIQUE

El Fique (*Furcraea* spp.), son plantas grandes, detallo erguido, con una altura que varía entre 2m y 7m, densamente poblada de hojas de color verde, en forma radial, largas, angostas, carnosas, puntiagudas, acanaladas, y dentado espinosas. Su flor es de color blanco verdoso, llamada magüey o escapo, sólo florece una vez en su ciclo de vida y luego muere. Las semillas germinan en la misma planta y sus bulbillos caen ya formados al suelo por lo que se le considera una planta vivípara. Pueden encontrarse plantas de más de 50 años de edad, pero su período típico de vida varía entre 10 y 20 años. Poseen gran cantidad de raíces que se expanden y enraízan profundamente haciéndola una planta anti erosiva. Su vida útil comienza entre los tres y seis años, dependiendo de las condiciones que enfrente.

#### 2.1.1 Clasificación taxonómica

Reino	Vegetal
Phylum	Spermatophyta
Clase	Angiospermae
Subclase	Monocotyledonea
Orden	Liliflorae
Familia	Agavaceae
Genero	<i>Furcraea</i>
Nombre común	Fique, cabuya, penca, fique perulero, maguey, cabui, cabuya blanca, chuchao, cocuiza.

### 2.1.2 Variedades cultivadas en Colombia

- Tunosa Común (*Furcraea gigantea*): originaria del Brasil, en Colombia es de uso restringido, sus hojas son de color verde brillante tiene espinas café en los bordes; es de larga vida útil, tolerante a suelos pobres en nutrientes, requiere para su desarrollo condiciones de semi-humedad, temperatura cálida y exposición a la luz solar. No se recomienda para plantaciones extensas, ya que es susceptible al gusano pasador y a la viruela.
- Uña de águila (*Furcraea macrophylla*): es originaria de Colombia crece de forma espontánea en Cauca, Santander, Antioquia, Cundinamarca, Boyacá y Nariño. Sus hojas son de color verde claro por encima y ceniza por debajo, tiene espinas encorvadas en sus bordes y un aguijón pequeño en las puntas; prefiere suelos secos y crece bien entre los 1200 y 2000 m.s.n.m., produce muy buena calidad y cantidad de fibra, de larga vida productiva alrededor de 20 años. Es susceptible a mal rosado, gotera, antracnosis, gusano pasador, chinche, chupadora y cochinilla.
- Ceniza (*Furcraea cabuya*): planta xerófito, sus hojas son de color verde y lisas por encima, y de color grisáceo por debajo, sus hojas carecen de espinas; cada planta produce alrededor de 1 kilo de cabuya por año, esta cabuya es liviana y de fibras fuertes por lo que es preferida para elaborar artesanías, crece entre los 1500 y 2000 m.s.n.m., es tolerante a la macana y a la gotera pero es muy susceptible al gusano pasador.
- Bordo de oro (*Furcraea castilla*): originaria de Colombia se da principalmente en Antioquia y Tolima; posee hojas verdes y brillantes en dirección casi vertical, con unas franjas de color amarillo además posee algunas espinas rudimentarias; su vida productiva es larga entre 15 y 20 años, se da en alturas que oscilan entre los 1200 y 1600 m.s.n.m. a

temperaturas entre 20 a 23° C; presenta un alto rendimiento de fibra, es resistente a insectos, pero en piso frio los hongos pueden causar molestias.

- Rabo de chucha (*Furcraea andina*): originaria de Perú y Ecuador, parte del fique nariñense pertenece a esta variedad. Sus hojas son abiertas cóncavas o casi aplanadas, angostas en su base, tiene agujones encorvados hacia la parte distal de la hoja. La planta produce anualmente cerca de 1 kilo de fibra natural.

### 2.1.3 Composición del fique

Las características físicas como su composición química varían según la clase de la planta y sus condiciones de cultivo.

Tabla 1. Composición química de la hoja de fique

Fibra		Jugo	Bagazo	
Cenizas	0.7%	Clorofila	Cenizas	12.2%
Celulosa	73.8%	Carotenoides	E.E.	3.64%
Resinas, ceras y grasas	1.9%	Saponinas Azucares	Proteína Elementos nitrogenados	9.84% 71.29%
Lignina	11.3%	Resinas	Calcio	21.65%
Pentosanos	10.5%	Flavonoides Ácidos orgánicos	Fosforo Magnesio	0.09% 0.2%
TOTAL	98.2%	Alquitranes Agua Lignina Calcio Lipoides Fosforo	Fosforo Sodio Cobre Hierro Manganeso Zinc	1.81% 0.04% 14 ppm 647 ppm 33 ppm 17 ppm

Fuente. Guía ambiental del subsector figuero

Tabla 2. Estructura física de la hoja de fique

Componente	Porcentaje de la hoja	Porcentaje útil	Usos
Fibra	5	4	Industria textil, empaques
Jugo	70	40	Extracción de esteroides
Estopa	8	3	Pulpa de papel
Bagazo	17	10	Material de construcción, abonos

Fuente. Guía ambiental del subsector fiquero

La fibra constituye un 4% del peso total de la hoja. Constituye la estructura principal de las paredes celulares del tejido vegetal y está compuesta por celulosa, y algunas impurezas como ligninas y pigmentos. Cada filamento está constituido por fibrillas elementales soldadas entre sí por una goma (lignina). Los extremos de las fibrillas se superponen para formar filamentos multicelulares a lo largo de la hoja y son estos los que conforman la fibra de fique.

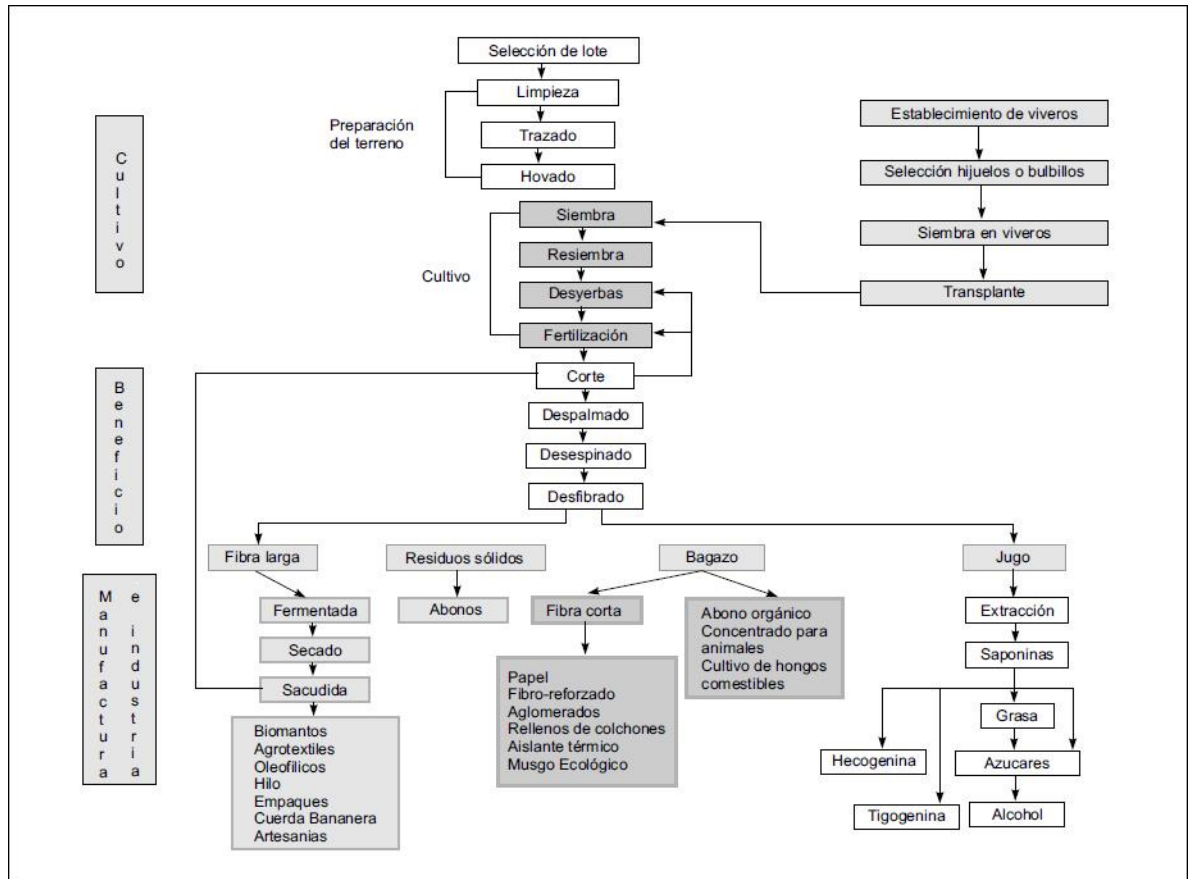
## 2.2 PROCESO PRODUCTIVO

El proceso productivo del fique se divide en tres partes principales que son el cultivo, el beneficio y la manufactura e industria.

### 2.2.1 El cultivo

En la parte del cultivo hace parte la propagación, el vivero o semillero, el trazado y la siembra, el manejo del cultivo, el control fitosanitario y la asociación del cultivo, que corresponden a todos los factores que deben tenerse presentes a la hora de efectuar la siembra de esta planta.

Figura 1. Proceso productivo del fique



Fuente. Guía ambiental del subsector fiquero

### 2.2.2 El beneficio

El proceso de beneficio incluye corte, destune, despalme, desfibrado, fermentación y lavado, secado, sacudido y empackado. En ésta etapa, que se centra en la producción de las fibras de fique, se generan como residuos el jugo, el bagazo y la estopa.

- Corte: esta labor consiste en el desprendimiento periódico de un número de hojas con herramientas cortantes adecuadas, el corte debe ser recto y

cerca al tallo, las hojas que se cosechan son las maduras o aquellas que han dejado de apuntar al cielo.

- Destune: se recomienda hacer el destune de las hojas de aquellas variedades que lo poseen, para facilitar el transporte.
- Despalmado: es el corte que se le hace en la base de la hoja en un tramo de 10 a 15 cm, para disminuir las motas y enredos y facilitar el desfibrado.

Figura 2. Corte, destune y despalmado



Fuente. Bolaños, Diana. Alternativas agroindustriales del fique, SENA. p. 5.

- Desfibrado: es la operación que requiere mayor atención en la etapa de beneficio. Consiste en separar la corteza de las hojas de las fibras de cabuya que están en su interior, por métodos manuales o con desfibradora portátil.
- Fermentado y lavado: la fermentación es básica para la obtención de fibra de mayor calidad, pues la acción de los microorganismos y levaduras aumenta la temperatura, descomponiendo orgánicamente la materia, soltando el ripio o chanda. Así mismo los compuestos químicos del fique hacen que se desprendan los restos de celulosa dejados entre las fibras.

Figura 3. Desfibrado, fermentado y lavado



Fuente. Bolaños, Diana. Alternativas agroindustriales del fique, SENA. p. 6.

- Secado y sacudido: los secaderos aéreos o en alambre contribuyen a que la cabuya se seque con mayor rapidez, obteniendo una fibra más limpia, libre de todo residuo orgánico y con el porcentaje de humedad requerido.
- Empacado: la cabuya se debe separar de acuerdo con las calidades obtenidas, no se deben mezclar cabuyas cortas con largas, no se deben hacer paquetes de cabuya con humedad superior al 12%.

Figura 4. Sacudido, secado y empacado



Fuente. Bolaños, Diana. Alternativas agroindustriales del fique, SENA. p. 7.

Durante la producción de fibras de fique se generan una serie de residuos: jugo, bagazo y estopa, que si no se disponen correctamente pueden causar contaminación de las fuentes de agua y suelos. Por ejemplo, el bagazo y la estopa por sus características fibrosas, poseen propiedades especiales para la producción de pulpa de papel, materiales para construcción, biomantos y aislantes térmicos, entre otros.

### 2.2.3 La industria

En la industria, el fique tiene aplicaciones en la fabricación de empaques, colchones, y artesanías decorativas, entre otros.

Figura 5. Artesanías en fique



Fuente. Salvarte Colombia - Kuna accesorios.

Existen técnicas tradicionales para la elaboración de artesanías en fique como la denominada cestería en espiral, que consiste en enrollar paja y, más adelante, envolver los rollos con hilos de fique, formando una espiral plana o ascendente.

Figura 6. Cojines hechos de fique



Fuente. Kuna accesorios.

En la elaboración de artesanías de fique las fibras se tiñen con colorantes de origen natural, a través del proceso de cocción, con lo que se logran colores vistosos y en gran variedad.

Tabla 3. Industrialización de los productos del fique

Fibra larga	Bagazo		Jugos				
Empaque	Fibra corta	Residuos sólidos	Saponinas				
Cordelería	Papel	Abono orgánico	Sapogeninas			Azúcares	Plaguicidas
Artesanías	Fibre reforzados	Concentrado para animales	Hecogenina*	Ácidos grasos		Alcohol*	Insecticidas
Agromantos	Aglomerados	Cultivo de hongos comestibles	Acetato 17 Hidroxi-progesterona*	Tensoactivos*	Ceras*	Azúcares*	Fungicidas
Telas	Relleno de colchones	Lombricultura	Hormonas, corticoides*	Detergentes*	Carnauba*		Herbicidas
Marroquinería	Aislantes térmicos*			Jabón*	Productos cosméticos*		
Oleofílicos	Ecomusgo			Champú*			
Hilo quirúrgico*	Empaques termoformados*						

\*Usos potenciales

Fuente. MAVDT et. al, 2002

### **2.3 POLÍTICA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**

Formulada por el Ministerio del Medio Ambiente y aprobada por el Consejo Nacional Ambiental en 1997, define la producción más limpia como “la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y al ambiente”<sup>2</sup> y que “en el caso de los procesos productivos se orienta hacia la conservación de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas, y la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones contaminantes y los desechos”<sup>3</sup>.

Las siguientes son las propuestas para consolidar estas políticas:

- Articulación con otras políticas gubernamentales
- Establecimiento del Sistema de Calidad Ambiental
- Fortalecimiento institucional<sup>4</sup>
- Promoción de la Producción Más Limpia
- Promoción de la autogestión y la autorregulación
- Formulación e implementación de instrumentos económicos
- Seguimiento a la Política

En el departamento de Santander existe un convenio de Producción Más Limpia que se gestionó en el año 2005. Los siguientes son los integrantes del convenio:

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
- Corporación Autónoma Regional de Santander
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Santander
- Cooperativa de Artesanos de fique – ECOFIBRAS Ltda.
- Coohilados del Fonce Ltda.

<sup>2</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Guía ambiental del subsector fiquero. Bogotá D.C.: El ministerio, 2 ed. 2006. p.[59]

<sup>3</sup> *Ibíd.*

<sup>4</sup> Ley 99/93, Sistema Nacional Ambiental – SINA, Comité Internacional de Producción Limpia, Convenio Marco de Producción Limpia (junio 5 de 1995), Convenios Nacionales Interadministrativos e interministeriales.

- Asociación de Artesanos Unidos de Mogotes – ARUMOS
- Asociación de Productores Campesinos de San Joaquín – ASOCAM
- Asociación de Productores de Onzaga
- Cooperativa de Pitigüao (Mogotes)
- Municipios productores de fique como Mogotes, San Joaquín, Onzaga, Aratocha y Curití
- Municipios transformadores como San Gil, Barichara y Villanueva

## **2.4 PROPIEDADES DE LAS FIBRAS DE FIQUE MODIFICADAS**

Las muestras de fique limpias y fique modificado con nanopartículas de Cobre y Plata, utilizadas para las pruebas mecánicas realizadas por el autor, así como los datos de las propiedades antimicrobianas de las partículas de cobre y plata, fueron suministradas por el Grupo de investigación en Fisicoquímica Teórica y Experimental (GIFTEX).

### **2.4.1 Propiedades Mecánicas**

Para la caracterización mecánica de las fibras se realizaron pruebas de tracción en una máquina de ensayos para tensión del laboratorio de corrosión de la escuela de Ingeniería metalúrgica. Se realizaron cuatro pruebas por muestra, de las cuales se obtuvieron datos de fuerza y deformación. Los siguientes son los materiales e instrumentos utilizados y los pasos realizados para llevar a cabo las pruebas.

#### **MATERIALES**

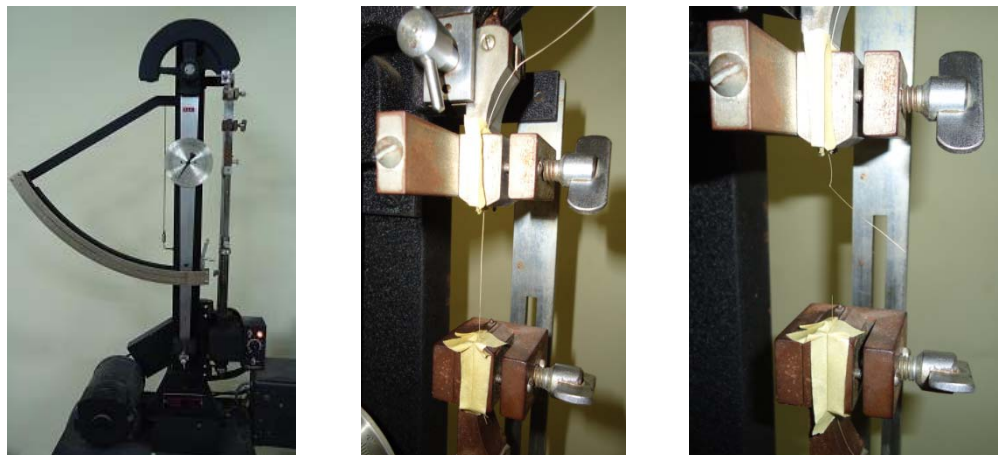
- Fibras de fique limpias mediante ultrasonido
- Fibras de fique modificadas con nanopartículas de plata:
  - Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Agua
  - Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Glicerol

- $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  Agua-Glicerol
- $\text{AgNO}_3$  Agua
- $\text{AgNO}_3$  Glicerol
- $\text{AgNO}_3$  Agua-Glicerol
- Fibras de fique modificadas con nanopartículas de cobre:
  - $\text{CuSO}_4 \cdot \text{SH}_2\text{O}$  Etanol
  - $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  Etanol
  - $\text{CuSO}_4 \cdot \text{SH}_2\text{O}$  Metanol
  - $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  Metanol
  - $\text{CuSO}_4 \cdot \text{SH}_2\text{O}$  Glicerol
  - $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  Glicerol

## INSTRUMENTOS

- Máquina de pruebas de tensión
- Calibrador

Figura 7. Máquina y ensayo de tracción



Fuente. Autor

## PROCEDIMIENTO

1. Elegir las fibras lo más uniforme posible entre sí.
2. Tomar seis mediciones del diámetro de la fibra a lo largo de la extensión a poner a prueba con el calibrador, esta medición se realiza con el calibrador en un tramo de 5cm en el centro de la muestra.
3. Calcular el área de la sección promedio según el esquema de la simulación de Monte Carlo dada en la Norma ASTM-C1557.
4. Calibrar la distancia inicial (5cm) entre mordazas.
5. Montar la fibra en las mordazas.
6. Realizar la prueba en sí.
7. Obtener los datos de fuerza.
8. Medir la distancia final entre mordazas después de finalizada la prueba.
9. Calcular los datos de Resistencia a la tensión, Modulo de elasticidad, y Porcentaje de elongación a la fractura.

Se utilizó el esquema de la simulación de Monte Carlo<sup>5</sup> dada en la Norma ASTM-C1557, para calcular el área transversal de las fibras de fique ya que estas por ser fibras naturales son irregulares.

Para hallar los valores requeridos de resistencia a la tensión, módulo de elasticidad, y porcentaje de elongación a la fractura, se tomaron los datos obtenidos de las pruebas y se aplicaron las ecuaciones suministradas por la norma ASTM-C1557.

<sup>5</sup> AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. Standard test method for tensile strength and Young's modulus of fibers. C 1557. Estados unidos: ASTM Internacional, 2008.

Calculo de la resistencia a la tensión

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$\sigma$ = Resistencia a la tensión  
F= Fuerza a la fractura  
A= Área de la sección transversal de la fibra

Calculo de deformación de la fibra

$$\xi = \frac{\Delta l}{l_0}$$

$\xi$ = Deformación  
 $\Delta l$ = Elongación de la longitud entre mordazas  
 $l_0$ = Longitud entre mordazas

Calculo del módulo de elasticidad

$$E = \frac{\sigma}{\xi}$$

E= Módulo de elasticidad  
 $\sigma$ = Resistencia a la tensión  
 $\xi$ = Deformación de la fibra

Calculo del porcentaje de elongación a la fractura

$$\% = \xi \times 100$$

%= Porcentaje de elongación a la fractura  
 $\xi$ = Deformación de la fibra

Tabla 4. Propiedades mecánicas de las fibras

			Resistencia a la tensión (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)	Porcentaje de elongación a la fractura (%)	
Fique limpio mediante Ultrasonido			Máximo	311.8	5.12	13.3
			Promedio	271.1	4.18	6.01
			Mínimo	239.2	2.34	5.41
Fibras de fique modificadas con nanopartículas de Plata	Ag2SO4 Agua	5mM	Máximo	353.6	5.39	10.81
			Promedio	307.4	4.33	8.57
			Mínimo	259.7	3.27	6.33
	Ag2SO4 Glicerol	5mM	Máximo	399.5	6.59	11.65
			Promedio	371.5	5.76	6.04
			Mínimo	299.6	3.43	5.21
	Ag2SO4 Agua-Glicerol	5mM	Máximo	378.1	5.29	7.14
			Promedio	294.1	4.51	6.71
			Mínimo	226.6	3.39	6.24
	AgNO3 Agua	5mM	Máximo	403.8	5.49	11.99
			Promedio	319.7	3.87	7.15
			Mínimo	234.1	3.37	6.05
	AgNO3 Glicerol	5mM	Máximo	405.1	5.17	12.5
			Promedio	373.9	3.96	8.85
			Mínimo	350.8	3.24	7.67
	AgNO3 Agua-Glicerol	5mM	Máximo	422.4	5.22	11.79
			Promedio	362.6	4.23	8.6
			Mínimo	320.7	3.08	6.14
Fibras de fique modificadas con nanopartículas de Cobre	CuSO4.SH2O Etanol	5mM	Máximo	354.9	4.57	8.5
			Promedio	332.2	3.49	7.82
			Mínimo	218	3.04	7.17
		20mM	Máximo	342.2	5.96	7.38
			Promedio	322.9	4.85	5.58
			Mínimo	246.5	4.11	5.43
	Cu(CH3COO)2.H2O Etanol	5mM	Máximo	423.5	5.96	11.99
			Promedio	373.4	4.59	8.5
			Mínimo	305.6	3.53	5.43
		20mM	Máximo	389.6	6.34	11.47
			Promedio	337.2	4.51	8.19
			Mínimo	304.5	3.1	5.03
	CuSO4.SH2O Metanol	5mM	Máximo	367.6	6.43	10.65
			Promedio	331.7	6.01	5.42
			Mínimo	310.2	3.45	5.02
		20mM	Máximo	433.7	8.45	6.77
			Promedio	355.1	5.82	5.99
			Mínimo	325.3	4.99	5.13
Cu(CH3COO)2.H2O Metanol	5mM	Máximo	336.5	4.98	6.97	
		Promedio	318.3	4.6	6.8	
		Mínimo	220.8	3.37	6.56	
	20mM	Máximo	368	5.92	6.87	
		Promedio	319.2	5.26	5.77	
		Mínimo	269.9	4.97	5.33	
CuSO4.SH2O Glicerol	5mM	Máximo	408.6	4.75	13.01	
		Promedio	348.4	4	9.83	
		Mínimo	336.5	2.74	7.08	
	20mM	Máximo	413.3	5.17	12.29	
		Promedio	332.5	4.85	6.5	
		Mínimo	285	3.36	6.13	
Cu(CH3COO)2.H2O Glicerol	5mM	Máximo	383.7	5.23	11.7	
		Promedio	336	3.87	8.88	
		Mínimo	301	2.57	6.98	
	20mM	Máximo	391.7	5.75	12.22	
		Promedio	359.7	4.2	9.68	
		Mínimo	328.9	2.69	5.95	

Fuente. Autor

En los resultados de las pruebas se puede apreciar cómo la cantidad de partículas que se adhieren a la superficie, y el material utilizado para realizar la síntesis sobre la fibra, afectan su rendimiento mecánico. En las fibras tratadas con óxido de cobre se pudo notar que a mayor cantidad de partículas adheridas, menor era su elasticidad y por lo tanto se hacían más rígidas, su resistencia a la tracción también se hizo menor. En las muestras de Plata, el tratamiento aplicado para adherir las partículas fue el determinante en su rendimiento, mostrando el AgNO<sub>3</sub> Glicerol el mejor comportamiento ya que su resistencia a la tracción y su elasticidad fue la que registro mejores resultados.

#### **2.4.2 Propiedades antimicrobianas**

La plata y el cobre son elementos químicos que forman parte de los metales de transición, correspondientes a los llamados metales nobles, los cuales se caracterizan por tener una baja reactividad química, lo que les proporciona una apariencia de inalterabilidad.

Las propiedades antimicrobianas de los iones de plata y cobre son conocidas desde tiempos antiguos y por ello son ampliamente utilizados como bactericidas en catéteres, heridas de quemadura y trabajos dentales. Algunas investigaciones también recomiendan el uso de iones de cobre y plata como desinfectantes superiores para aguas residuales generadas por hospitales que contienen microorganismos infecciosos. Sin embargo los iones de cobre y plata residuales en el agua tratada pueden afectar negativamente la salud humana.

“Las nanopartículas de cobre y plata han demostrado sus propiedades antibacterianas contra el E. coli, B. subtilis y S. aureus, mostrando las

nanopartículas de plata una mayor actividad antimicrobiana contra el E. coli y la S. aureus y las nanopartículas de cobre contra el B. subtilis.”<sup>6</sup>

Por esta razón, las nanopartículas de plata y óxido de cobre despiertan un interés especial, ya que además de tener propiedades antibacterianas, poseen gran cantidad de aplicaciones y propiedades que dependen del tamaño y la forma de las partículas.

#### **2.4.2.1. Prueba sobre la actividad antibacteriana de las fibras de fique modificadas con nanopartículas de plata y óxido de cobre**

Se realizó esta prueba sobre la actividad antibacteriana de las fibras de fique para evaluar la posibilidad de utilizarlas de una forma diferente a las utilizadas comúnmente (Hilos, tejidos), para tal efecto se fabricó un aglomerado a base de papel reciclado, almidón de yuca y las fibras de fique modificadas. Este aglomerado permite utilizar las fibras y los procesos de forma más eficaz.

#### **MATERIALES:**

- Fibras de fique modificadas con nanopartículas de óxido de cobre y plata.
- Aglomerado de papel reciclado, fibras de fique modificadas con nanopartículas de óxido de cobre y plata, y almidón de yuca.
- Caja de cartón
- Hoja de papel
- Lámina de cartón
- 5 fresas congeladas

<sup>6</sup> JAYESH, Ruparelia. [et-al]. Strain specificity in antimicrobial activity of silver and copper nanoparticles. Acta Biomaterialia. 2008, Vol. 4, núm. 3, p. [715]

## PROCEDIMIENTOS:

### 1. Para la creación del aglomerado:

Se picó el papel y se dejó en remojo durante un día, luego se licuo, obteniendo una “papilla”, que se mezcló con el almidón de yuca (hecho en casa), y con las fibras de fique modificadas con óxido de cobre y plata, luego se realizó una lámina que se dejó secar a temperatura ambiente durante un día. Esta lámina se dividió en seis cuadrados con los que se formó un cubo.

### 2. Tejido de fibras de fique modificadas:

Primero se realizó el hilado de las fibras de fique obteniendo un hilo de calibre aproximado 1mm, luego el hilo obtenido se tejió para formar una “tela” de 85mm x 165mm.

## PRUEBA:

Se utilizaron cinco fresas para tomar cinco datos diferentes, exponiendo a cada fresa a un empaçado diferente.

1. Caja de cartón
2. Caja de aglomerado
3. Tejido de fique modificado
4. Envoltorio de papel
5. Sobre una lámina de cartón

La prueba se inició el viernes 20 de Mayo del 2011 a las 11:00am y finalizó el lunes 23 de mayo del 2011 a las 5:20pm, durante este periodo se tomaron fotos de cada tipo de empaçado para ver el comportamiento de las fresas.

Figura 8. Empaques utilizados en la prueba



Fuente. Autor

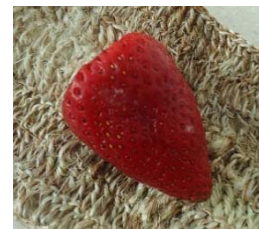
Figura 9. Muestras viernes 20 de mayo 11:00 am



Caja de cartón



Caja de fique



Tejido de fique



Papel

Fuente. Autor

Figura 10. Muestras sábado 21 de mayo 10:00 am



Caja de cartón



Caja de fique



Tejido de fique



Papel



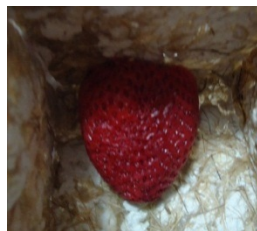
Control

Fuente. Autor

Figura 11. Muestras sábado 21 de mayo 11:44 pm



Caja de cartón



Caja de fique



Tejido de fique



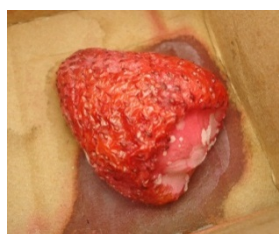
Papel



Control

Fuente. Autor

Figura 12. Muestras domingo 22 de mayo 11:07am



Caja de cartón



Caja de fique



Tejido de fique



Papel



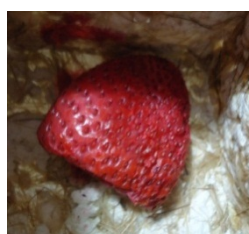
Control

Fuente. Autor

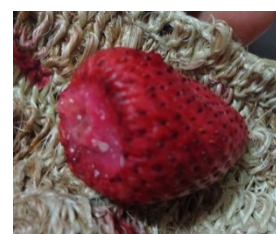
Figura 13. Muestras domingo 22 de mayo 9:17 pm



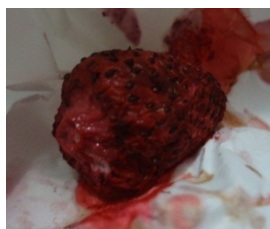
Caja de cartón



Caja de fique



Tejido de fique



Papel



Control

Fuente. Autor

Figura 14. Muestras lunes 23 de mayo 5:20 pm



Caja de cartón



Caja de fique



Tejido de fique



Papel



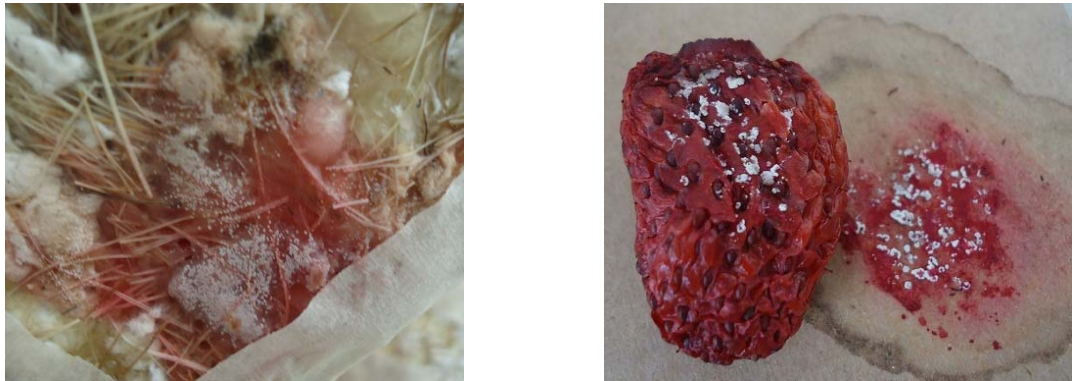
Control

Fuente. Autor

## RESULTADOS:

- Al terminar la prueba los empaques que tuvieron mejor resultado, fueron el tejido de fique y la caja de aglomerado de fique.
- Se presentaron bacterias en la parte exterior de la caja de aglomerado de fique que estaba en contacto con la lámina de cartón, sobre la que se posó esta; igualmente en la fresa control que estuvo en contacto con la lámina, se presentaron mayor cantidad de bacterias que en otras (figura 11).
- Se ve la posibilidad de utilizar el aglomerado de fique como contenedor para alimentos que permita a estos resistir las bacterias y de esta forma prolongar su vida.

Figura 15. Presencia de bacterias



Fuente. Autor

- En las fresas que se envolvieron con el tejido de fique y la caja de fique no se detectaron bacterias visualmente.

### **2.4.3 Color**

El color de las fibras modificadas con nanopartículas de plata y óxido de cobre, varían dependiendo del material utilizado para la síntesis, y de la concentración de partículas que se adhieren a la superficie de la fibra.

En la Tabla 4 se puede apreciar como con las nanopartículas de plata se obtienen colores terrosos más oscuros que con las nanopartículas de óxido de cobre.

Tabla 5. Color de las fibras según la concentración de material

		5mM		20mM	
Fique limpio mediante Ultrasonido				R: 237	
				G: 245	
				B: 139	
Fibras de fique modificadas con nanopartículas de Plata	Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Agua		R: 126 G: 106 B: 50		
	Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Glicerol		R: 238 G: 208 B: 96		
	Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Agua-Glicerol		R: 137 G: 116 B: 55		
	AgNO <sub>3</sub> Agua		R: 159 G: 134 B: 63		
	AgNO <sub>3</sub> Glicerol		R: 236 G: 203 B: 82		
	AgNO <sub>3</sub> Agua-Glicerol		R: 238 G: 192 B: 76		
Fibras de fique modificadas con nanopartículas de Cobre	CuSO <sub>4</sub> .SH <sub>2</sub> O Etanol		R: 214 G: 211 B: 85		R: 211 G: 208 B: 73
	Cu(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> .H <sub>2</sub> O Etanol		R: 216 G: 213 B: 94		R: 214 G: 211 B: 86
	CuSO <sub>4</sub> .SH <sub>2</sub> O Metanol		R: 214 G: 234 B: 92		R: 199 G: 230 B: 84
	Cu(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> .H <sub>2</sub> O Metanol		R: 216 G: 237 B: 109		R: 211 G: 235 B: 91
	CuSO <sub>4</sub> .SH <sub>2</sub> O Glicerol		R: 219 G: 239 B: 121		R: 217 G: 238 B: 110
	Cu(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> .H <sub>2</sub> O Glicerol		R: 238 G: 238 B: 88		R: 241 G: 237 B: 73

Fuente. Autor

### 3. EVALUACIÓN DEL MERCADO ARTESANAL PARA EXPORTACIÓN

Según información del Censo Económico Nacional del Sector Artesanal, aproximadamente 350.000 personas se dedican a oficios artesanales, representando alrededor de 15% del empleo de la industria manufacturera; existen además 1.200.000 personas vinculadas al sector de manera indirecta ya sea como artesanos de dedicación temporal, como agentes comerciales, o como prestadores de servicios de desarrollo. Esta población se concentra especialmente en áreas urbanas (capitales departamentales y cabeceras municipales), encontrándose en las áreas rurales aproximadamente 50.000 artesanos entre campesinos, colonos o indígenas. La población de artesanos corresponde principalmente a jefes de hogar, y está integrada en 60% por hombres y 40% por mujeres. Por oficios, la población de artesanos se concentra especialmente en la tejeduría (en todas sus diversas variantes) con 57.5%, el trabajo en madera con 13.5%, la alfarería-cerámica con 9.8% de la población, la marroquinería con 3.5% y la joyería-orfebrería con 2.4%.

Tabla 6. Población artesana por oficios

Descripción	%
Tejeduría	57.52
Madera	13.48
Cerámica	7.37
Productos lúdicos	4.14
Artes manuales	3.52
Cuero	3.45
Alfarería	2.41
Técnicas intermedias	2.30
Metales	1.88
Trabajos decorativos	1.42
Estampados	1.04
Trabajos líticos	0.49
Vidrio	0.38

Fuente. Artesanías de Colombia

La artesanía colombiana tiene gran aceptación por parte de sus compradores en el mundo, debido a la variedad de artículos, al dominio de materiales y técnicas únicos, y a que es portadora de una mezcla de elementos precolombinos, españoles, nativos y afro americanos. Los productos se comercializan a través de 58 subpartidas arancelarias, y gozan de preferencias arancelarias totales para el ingreso a los mercados de Estados Unidos, la Unión Europea, Venezuela y Ecuador.

Tabla 7. Principales exportaciones de artesanías colombianas por posición arancelaria

POSICIÓN	NOMBRE POSICIÓN	PESO K BRUTOS	PESO K NETOS	VALOR F.O.B. US
4205000000	Otras manufacturas cuero Mat Y art	6.126.296	5.575.165	23.919.420
6912000000	Vajillas y demás artículos de uso domestico	12.849.905	11.722.799	18.743.725
9505100000	Artículos para fiesta de navidad	48.707	34.653	739.494
9401610000	Demás asientos con armazón de madera	692.462	627.956	5.232.993
4421909000	Moldes y matrices de madera	475.134	448.088	1.378.869
6301300000	Mantas de algodón	102.254	94.045	775.514
9401690000	Demás asientos con armazón de madera	697.692	615.338	3.933.444
6913900000	Estatuillas objetos de fantasía ornamental	623.497	537.959	1.455.286
6301400000	Mantas de fibra sintética	134.625	123.702	1.418.828
5810920000	Bordado de fibra sintética	62.179	57.146	2.582.467
6114300000	Demas de fibra sintética	201.894	182.473	5.818.875
5705000000	Demás alfombras y revest de mat tex	646.188	596.270	2.580.304
4419000000	Artículos de mesa o cocina de madera	115.938	104.778	567.064
4602100000	Artículos de cestería material vegetal	25.200	20.359	323.361
4601200000	Esterillas y esteras de materiales vegetales	15.428	14.433	161.748
6114200000	Demás prendas de vestir punto de algodón	103.677	93.369	2.766.533
6504000000	Sombreros y demás tocados trenzados of A	10.896	7.113	390.134
9502100000	Muñecos y muñecas que representan	20.059	17.505	408.771
4601990000	Demás trenzas y artículos similares	3.540	3.162	7.237
9401500000	Asientos de roten mimbre	12.000	10.273	85.155

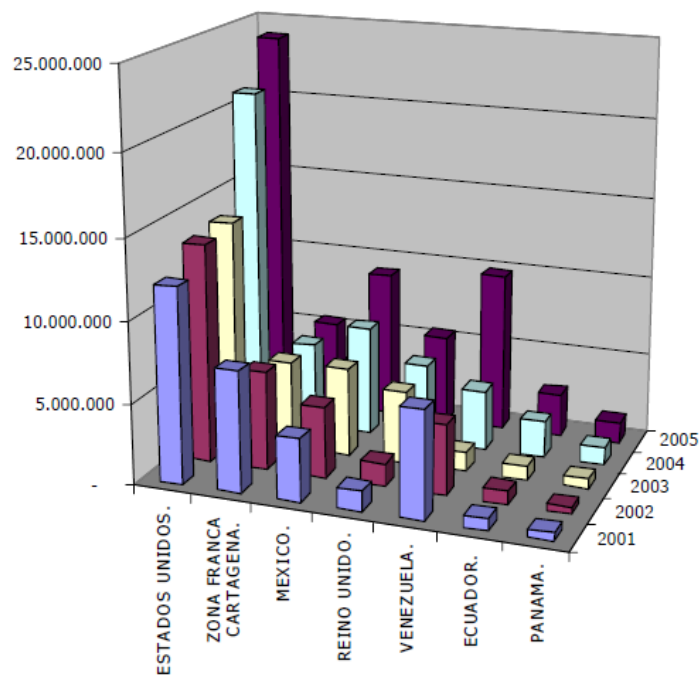
Fuente. DANE

En el año 2005, las demás manufacturas de cuero natural o de cuero regenerado constituyeron el principal producto de exportación del sector, concentrando 18.8% de las ventas al exterior. Le siguieron en importancia los artículos de joyería y sus demás partes de metales preciosos (16.9%), y las vajillas y demás artículos de

uso doméstico en cerámica (14.6%). La participación de cada uno de los demás productos dentro de las exportaciones totales del sector en 2005 no superó 10%.

El principal destino de las exportaciones de artesanías fue Estados Unidos, país hacia el cual se dirigió 52.6% de los productos artesanales. Hacia este país se dirige la mayor parte de las exportaciones de manufacturas de cuero, artículos de joyería, maletines, artículos de vidrio, calzado y asientos en madera. Venezuela y México conforman el segundo y tercer destino en importancia de las exportaciones del sector, con 8.8% y 6.7% de participación en las exportaciones totales. Se destaca igualmente el Reino Unido, cuarto país en importancia y principal destino de las exportaciones de vajillas y artículos de uso doméstico, en cerámica.

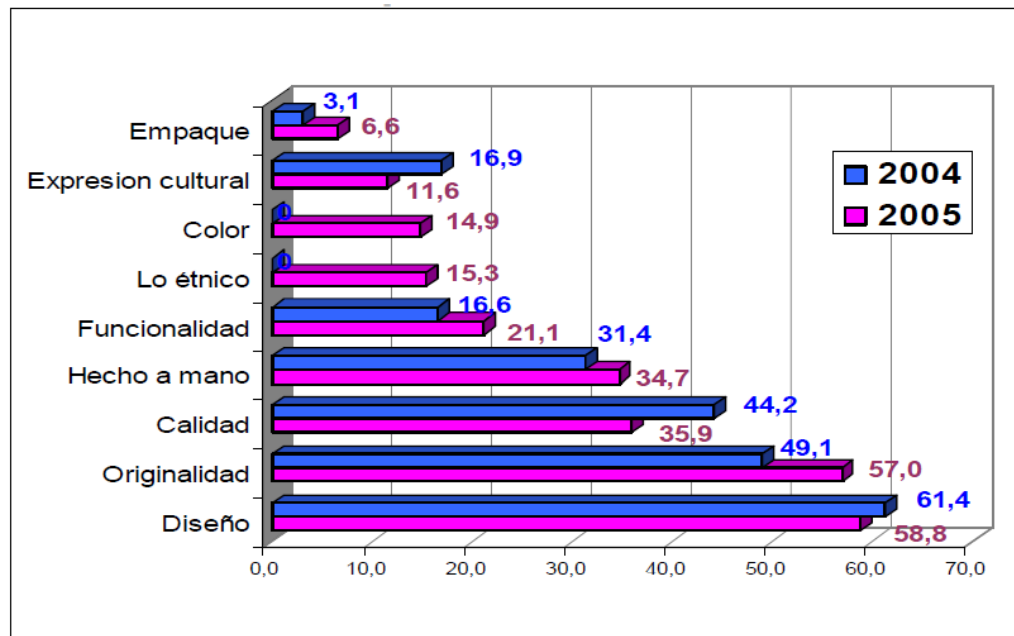
Figura 16. Exportaciones de artesanías colombianas por país



Fuente. DANE

Entre las características que tienen en cuenta los compradores de artesanías al momento de adquirirlas. Podemos ver que el empaque cada vez se hace más importante como factor de decisión para la adquisición de estos productos, aumentando más del doble su porcentaje de relevancia entre el año 2004 y el 2005. Se puede ver la necesidad de crear empaques que identifiquen el producto y den a este valor agregado.

Figura 17. Características para la compra de artesanías



Fuente. Artesanías de Colombia

La principal característica que tienen en cuenta los compradores de artesanías al momento de adquirirlas es su diseño, sin embargo factores como su originalidad, el que estén hechas a mano, la funcionalidad, y el empaque cada vez se hacen más importantes para tomar la decisión de compra.

## **4. DISEÑO SOSTENIBLE**

### **4.1 CONCEPTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE**

El concepto de desarrollo sostenible fue utilizado por primera vez en el debate político internacional del año 1980, y fue introducido por el grupo de trabajo Estrategia para la Conservación del Planeta dependiente del programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP).

En el año de 1987 se establece como un modelo de desarrollo universalmente aceptado, cuando la Comisión Bruntland publicó el informe Our common Future, donde se define el desarrollo sostenible como “aquel que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”<sup>7</sup>

### **4.2 ESTRATEGIAS PARA EL DISEÑO SOSTENIBLE**

C. Van Hemel, propone ocho estrategias que pueden ser utilizadas como una fuente de ideas para abordar los problemas medioambientales de los productos.

#### **4.2.1 Selección de materiales de bajo Impacto**

- Selección de materiales limpios: Evitar el uso de materiales y aditivos causantes de emisiones peligrosas durante su producción o eliminación como PCBs (Bifenilos Policlorados), plomo, cadmio, mercurio, CFCs (Clorofluorocarbonos). Los metales no férricos como el cobre, zinc, cromo, níquel, etc., generan un alto impacto durante su obtención y al final de su ciclo de vida.

<sup>7</sup> CAPUZ, Salvador. ECODISEÑO: ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles. 1 ed. México: Alfaomega, 2004. p. [16]

- Selección de materiales renovables: De la mano con la definición de desarrollo sostenible la disminución en la utilización de materiales no renovables es una muy buena estrategia para el diseño de un producto sostenible.
- Selección de materiales con bajo contenido energético: Evitar el uso de materiales que en su extracción u obtención requieran de una alta cantidad de energía. Teniendo en cuenta que existen materiales como el aluminio que aunque requieren de altos niveles de energía para su procesamiento puede ser reciclado o mejorar el consumo de energía de un producto debido a su ligereza.
- Selección de materiales reciclados: De esta manera se aprovecha la energía utilizada en la obtención del material y se disminuye la obtención de residuos.

#### **4.2.2 Reducción del uso de materiales**

- Reducción en peso: La reducción del peso supone varias mejoras para el diseño sostenible de un producto, como el hecho de utilizar menor cantidad de material, así como la reducción de gasto energético durante su transporte.
- Reducción en volumen: De esta manera se reduce el impacto durante el almacenaje y transporte de los productos. El diseño de productos plegables o que le permiten al usuario realizar el ensamblaje final del producto favorece este principio.

#### **4.2.3 Optimización de las técnicas de producción**

- Técnicas de producción alternativas: Utilizar tecnologías de producción más limpias y eficientes, siempre que sea posible.
- Reducción de etapas del proceso de fabricación: Reducirlas etapas en el proceso de fabricación puede significar el consumo de menos energía, se puede lograr por ejemplo mediante el uso de materiales que no necesiten tratamientos superficiales para su uso.
- Menor consumo de energía y consumo de energía limpia: Hacer uso de fuentes de energía renovable o menos contaminante.
- Reducción de residuos: Mediante el uso de tecnologías más eficientes, la reducción de las etapas de fabricación, el reciclaje, la mejora de la producción.
- Consumo de menos recursos o consumo de recursos más limpios: Puede lograrse mediante el uso de maquinaria más moderna y eficiente, y mejorar el mantenimiento de esta.

#### **4.2.4 Optimización de los sistemas de distribución**

- Embalaje menor/ limpio / reutilizable: La utilización de embalajes en aluminio o PVC deberían evitarse. El diseño de empaques reutilizables, biodegradables y reciclables mejora la reducción de residuos. Utilizando menos embalaje se optimiza el espacio durante el transporte y almacenaje.
- Modos de transporte energéticamente más eficientes: El transporte en avión es más contaminante que el transporte marítimo para el mismo recorrido, debido al consumo de combustible por unidad de peso y volumen.

- Logística energéticamente más eficiente: Mediante la optimización de recorridos y cargas, y la estandarización de embalajes.

#### **4.2.5 Reducción del impacto durante el uso**

- Asegurar un bajo consumo energético: De esta manera se reducirán las emisiones de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub> y así disminuir el efecto invernadero y la acidificación. Para lograrlo se pueden utilizar componentes más eficientes o por ejemplo incorporar funciones de desconexión automática o consumo mínimo en el producto.
- Empleo de fuentes de energía limpias: Energías como la hidráulica, solar, eólica, el uso de gas natural, etc.
- Reducción de consumibles: Reducir el consumo de agua, lubricantes y repuestos en general, reutilizándolos al máximo.
- Consumibles limpios: Los repuestos deberían ser vistos como un producto individual con su propio ciclo de vida.

#### **4.2.6 Optimización de la vida del producto**

- Alta fiabilidad y durabilidad: Los productos que cumple con este principio permiten una gran reducción del impacto ambiental, debería evitarse la creación de productos de “usar y tirar”.
- Facilidad de mantenimiento y reparación: Lograr que el diseño del producto cumpla este principio permite asegurar un mantenimiento limpio y apropiado.

- Estructura de producto modular / adaptable: Desarrollar productos que den la posibilidad de actualización de las partes obsoletas permitiendo su actualización, trae beneficios ambientales.
- Conseguir un diseño “clásico”: Lograr mediante el diseño que la vida estética de una producto sea similar o mayor a la vida técnica de este. El diseño del automóvil escarabajo o mini son muy buenos ejemplos de esto.
- Fuerte relación producto-usuario: La utilización del valor añadido en el producto en muchos casos permite que el usuario se apegue a estos, y si a su vez los productos facilitan las labores de mantenimiento conseguirán prolongar la vida útil del producto.

#### **4.2.7 Optimización del fin de vida del sistema**

- Favorecer la reutilización del producto completo: Cuanto más retenga el producto su forma original para posteriores usos mayor puede ser la disminución de impactos medio ambientales.
- Favorecer la refabricación o el reacondicionamiento: La reutilización de partes o componentes de un sistema pueden ser aprovechados para construir uno nuevo, esto permite la disminución de residuos.
- Favorecer el reciclaje: Cuando no sean viables las anteriores posibilidades, se puede tratar de recuperar los materiales con los que está fabricado el sistema. Existen tres niveles de reciclaje: Para el mismo fin que el material inicial, para aplicaciones de menor exigencia, y para descomposición química del material en sus elementos.

- Incineración segura: También es posible recuperar ciertos metales mediante incineración, pero se deben separar para ser tratados los elementos tóxicos.
- Eliminación segura: Los desechos que no han podido ser reciclados deben ser eliminados, tratados o almacenados convenientemente.

#### **4.2.8 Desarrollo de nuevos conceptos**

- Desmaterialización: Eliminar la necesidad de un producto o componente.
- Uso compartido del producto: Permite un uso más eficiente del producto, aunque su vida media es menor debido a su uso por parte de varios usuarios.
- Integración de funciones: Integrar varias funciones a un mismo producto, consigue reducir el uso de material, espacio y energía.
- Optimización funcional: Eliminar del producto las funciones que sean innecesarias, de esta manera se pueden simplificar el producto y los procesos de producción.

### **4.3 DEFINICIÓN DE EMPAQUE SOSTENIBLE**

Esta definición está dada por la Sustainable Packaging Coalition<sup>8</sup> y ha sido ampliamente adoptada en toda la industria del embalaje, sigue los siguientes requerimientos:

- Es beneficioso, seguro y saludable para todos los individuos y comunidades a lo largo de su ciclo de vida.
- Cumple con los criterios de mercado de desempeño y costo.
- Se obtiene, fabrica, transporta y recicla utilizando energía renovable.
- Optimiza el uso de materiales de fuentes renovables o reciclados.
- Es fabricado utilizando tecnologías de producción limpias y las mejores prácticas.
- Esta hecho de materiales salubres para todos los posibles escenarios al final de su vida.
- Está diseñado físicamente para optimizar materiales y energía.
- Es efectivamente recuperado y utilizado en ciclos de lazo cerrado biológicos y/o industriales.

### **4.4 LAS 7 R's DEL EMPAQUE SOSTENIBLE**

Estos 7 principios son aplicados al diseño de productos como una forma de contribuir a la conservación del medio ambiente, y mejorar la calidad de vida de las personas.

- **Remove:** Eliminar el empaque, cajas, o capas innecesarias, así como el material dañino.

<sup>8</sup> Sustainable packaging coalition. 2005. Disponible en web:  
<http://www.sustainablepackaging.org/content/?type=5&id=design-guidelines>

- Reducir: Utilizando menos material se logra menos explotación de los recursos naturales por lo tanto menos contaminación y residuos. Diseñar empaques del tamaño necesario, empaques apropiados para el contenido y los requisitos de la comercialización, además de optimizar la resistencia del material.
- Reusar: Prolongar la vida útil de los bienes contribuye a disminuir el impacto ambiental, los envases o productos de usar y tirar son la antítesis de un consumo responsable y ecológico.
- Renovar: Utilizar materiales hechos de recursos renovables, como se indica en la norma ASTM D6866, o mediante la selección de materiales biodegradables o compostables según norma ASTM D6400 o ASTM D6868
- Reciclar: Los materiales desechados se aprovechan para elaborar nuevos bienes, con esto se evita la extracción de nuevas materias primas y se reduce el consumo de energía en su elaboración.
- Revenue (Ingresos): lograr empaques que sean rentables.
- Read (Leer): Educarse en sostenibilidad y en cómo podemos apoyarla, la información y la educación ambiental son claves para que las personas puedan mejorar su manera de consumir.

## **5. LEGISLACIÓN TÉCNICA PARA EMPAQUES TIPO EXPORTACIÓN**

El diseño de los embalajes para exportación de productos, debe considerar cierta normativa y legislación internacional, con el fin de facilitar las relaciones comerciales internacionales.

### **5.1 DIRECTIVA 92/59/CE DE LA UNIÓN EUROPEA.**

Esta directiva define los requisitos esenciales sobre composición, posibilidad de reutilización y aprovechamiento que deben cumplir los envases y los residuos de envases, tales como:

- Limitar el peso y el volumen de los envases al mínimo para garantizar el nivel necesario de seguridad, higiene y aceptabilidad para el consumidor;
- Reducir al mínimo el contenido de sustancias peligrosas del material del envase y sus elementos;
- Diseñar un envase reutilizable o valorizable.

Las normas que se deben seguir para prevención por reducción en origen y la minimización del contenido de metales pesados y sustancias peligrosas son la UNE-CR 13695-1 y UNE-CR 13695-2.

Las normas que se aplican al final del ciclo de vida del producto y cuyo fin es evitar que envases y embalajes acaben en los vertederos. Se pueden escoger de una de las siguientes modalidades, según el envase sea o no reutilizable:

Norma UNE-EN 13429, UNE-EN 13430, UNE-EN 13431, UNE-EN 13432.

### 5.1.1 Reutilización: Norma UNE-EN 13429

Según la norma UNE se define **reutilización** como “la operación en la que el envase o embalaje, concebido y diseñado para realizar un número mínimo de circuitos o rotaciones a lo largo de su ciclo de vida, sea rellenado o reutilizado con el mismo fin para el que fue diseñado, con o sin ayuda de productos auxiliares presentes en el mercado que permitan el rellenado del envase mismo; estos tipos de envases se considerarán residuos cuando ya no se reutilicen”<sup>9</sup>.

Requisitos esenciales de la norma:

- La reutilización debe ser un objetivo deliberado del envasador:
  - Confirmar la capacidad de reutilización directamente del proveedor o haciendo referencia a una norma establecida.
  - Mediante un acuerdo cliente-proveedor de ser oportuno.
  
- El diseño del envase y embalaje permite que los componentes principales completen un número de circuitos o rotaciones en las condiciones de empleo previsibles:
  - El diseño del envase/embalaje detalle su reutilización y rellenado.
  - Definir los procesos/diagrama de flujo de la reutilización mediante circuito abierto/cerrado/mixto.
  - Intención de las compañías de comercialización/descarga/distribución de poner los envases/embalajes dentro del circuito de reutilización.
  
- El envase debe ser capaz de ser sucesivamente reacondicionado de modo satisfactorio:
  - Confirmación de la existencia de instalaciones para el depósito de envases/embalajes utilizados.

<sup>9</sup> AENOR. Reutilización. UNE-EN 13429:2005. Madrid: AENOR, 2005.

- Confirmación de los sistemas de reacondicionamiento permiten que cumplan con los requisitos para:
  - Evaluación de las condiciones del envase/embalaje.
  - Eliminación de los componentes dañados o no reutilizables.
  - Eliminación de los componentes colocados dentro de los sistemas de recuperación.
  - Limpieza y/o lavado de acuerdo con las condiciones requeridas.
  - Reparación del envase/embalaje.
  - Inspección y evaluación de la conveniencia para los propósitos estipulados.
  
- El envase/embalaje debe ser capaz de ser rellenado/recargado:
  - Confirmación que puede ser rellenado/recargado sin riesgos para la integridad del producto o de la salud y seguridad del responsable de llevarlo a cabo.
  
- Disponibilidad de un sistema de reutilización adecuado en los mercados donde se sitúan los productos envasados:
  - Verificar la disponibilidad de un sistema de reutilización adecuado.
  - Los envases que ya no se reutilicen pasan a ser residuos, por lo que deben ser recuperables conforme los requisitos de una o más normas EN 13430/ EN 13431/ EN 13432.

### 5.1.2 Reciclaje: Norma UNE-EN 13430

Según la norma UNE se define **reciclado** como “la transformación de los residuos dentro de un proceso productivo para su fin inicial o para otros fines incluyendo el reciclado orgánico pero no la recuperación de energía”<sup>10</sup>.

De la misma forma se define **materia prima secundaria** como “el material procedente de productos ya utilizados y de restos de material excepto los restos generados en un proceso productivo primario, recuperado para su uso como materia prima”<sup>11</sup>.

Requisitos esenciales de la norma:

- Control de la construcción/composición y procesado de los envases y embalajes:
  - Asegurar que el diseño del envase/embalaje considera la reciclabilidad de los materiales.
  - Comprobar que no existe ningún impedimento al reciclado desde el diseño, producción, uso, recogida, clasificación.
  - Selección de materias primas que no afecten negativamente al reciclado.
  
- Idoneidad de la tecnología de reciclaje disponible:
  - Asegurar que el diseño del envase/embalaje utiliza materiales compatibles con las tecnologías de reciclado.
  - Asegurar que existe y está disponible la tecnología.
  - Asegurar el seguimiento y registro de las nuevas tecnologías de reciclado.

<sup>10</sup> AENOR. Requisitos para envases y embalajes recuperables mediante reciclado de materiales. UNE-EN 13430:2005. Madrid: AENOR, 2005.

<sup>11</sup> *Ibíd.*

- Emisiones al medio ambiente procedentes del reciclaje de envases y embalajes tras su utilización
  - Considerar el cambio potencial de emisiones resultantes de la implantación del proceso de reciclaje.
- Declaración del porcentaje en peso de la unidad funcional del Envase/embalaje para reciclado

### **5.1.3 Recuperación de energía: Norma UNE-EN 13431**

Para ser clasificado como valorizable en forma de energía el envase/embalaje debe seguir los siguientes requerimientos:

- Definición y determinación de la composición de los materiales.
- Determinación de la ganancia calórica.
  - El poder calórico a partir del estudio de los componentes y constituyentes del envase/embalaje, para poder declarar la recuperación energética, este poder calórico deberá ser mayor a 5 MJ/kg.
- Determinación, si procede del contenido en cenizas y poder calorífico neto.

### **5.1.4 Compostaje o biodegradación: Norma UNE-EN 13432**

Según la norma UNE se define **compostaje** como “el proceso biológico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable

(restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener “compost”, abono excelente para la agricultura”<sup>12</sup>.

De la misma forma se define **biodegradabilidad final** como “la descomposición de un compuesto químico orgánico por microorganismos en presencia de oxígeno para dar dióxido de carbono, agua, sales minerales de cualquier otro elemento presente (mineralización) y nueva biomasa; o bien en ausencia de oxígeno para dar dióxido de carbono, metano, sales minerales y nueva biomasa”<sup>13</sup>.

Esta norma se aplica llevando a cabo los siguientes pasos:

- Identificación de los constituyentes del envase/embalaje.
- Evaluación de:
  - Caracterización
    - Identificación y descripción de los constituyentes del envase
    - Evaluación de la presencia de sustancias peligrosas
    - Evaluación del contenido de carbón orgánico, sólidos secos totales, sólidos volátiles.
  - Biodegradabilidad
    - Mediante ensayos según las normas:
      - ISO 14855 (compostaje controlado)
      - ISO 14851 (respirómetro)
      - ISO 14852 (CO<sub>2</sub> desarrollado)
      - Otros métodos de ensayo normalizados
    - Se debe dar en un plazo máximo de 6 meses

<sup>12</sup> AENOR. Requisitos de los envases y embalajes valorizables mediante compostaje y biodegradación: programa de ensayo y criterios de evaluación para la aceptación final del envase o embalaje. UNE-EN 13432:2001 / AC: 2005. Madrid: AENOR, 2005.

<sup>13</sup> *Ibíd.*

- Para ser aceptado los constituyentes orgánicos deben ser  $\geq$  1%, en total debe ser  $<$  5%
- Desintegración
  - Mediante ensayos:
    - Compostaje a escala piloto y alternativamente compostaje a mayor escala.
    - EN 14045 – ISO FDIS 16929
  - Se debe dar entre 12 semanas y 3 meses
  - Se acepta si existe un máximo del 10% del peso seco en fracciones  $>$  2 mm
- Calidad del compost

## **5.2 ETIQUETA ECOLÓGICA**

La Eco-etiqueta Europea es un sistema voluntario de etiquetado ecológico. Permite a los consumidores reconocer los productos de alta calidad más respetuosos con el medio ambiente, además de ser un factor que genera oportunidades en el mercado europeo.

La etiqueta se concede teniendo en cuenta los objetivos europeos en materia de medio ambiente y ética. Estos hacen referencia en particular a lo siguiente:

- El impacto de los bienes y servicios en el cambio climático, la naturaleza y la biodiversidad, el consumo de energía y de recursos, la generación de residuos, la contaminación, las emisiones y los residuos de sustancias peligrosas en el medio ambiente
- La sustitución de las sustancias peligrosas por otras más seguras
- El carácter sostenible y la posibilidad de reutilización de los productos

- El impacto final en el medio ambiente, lo cual incluye la salud y la seguridad de los consumidores
- El respeto de las normas sociales y éticas, como la normativa internacional sobre el trabajo
- La consideración de los criterios de otras etiquetas a escala nacional o regional
- La reducción de la experimentación con animales.

### **5.3 PARÁMETROS PARA EL SISTEMA DE EMPAQUE**

#### **5.3.1 Norma ISO 3394**

Esta Norma hace referencia a las dimensiones de las cajas, pallets y plataformas paletizadas.

#### **CAJAS**

Las dimensiones de las bases de las cajas deben corresponder a un módulo de 60 x 40 cm. de Medida Externa. La altura debe acondicionarse a las dimensiones de los productos comercializados.

Los siguientes son los tamaños modulares de la Norma ISO 3394:

60 x 40, 30 x 40, 20 x 40, 150 x 40, 60 x 20, 30 x 20, 20 x 20, 15 x 20 (cm).

Utilizar este sistema modular presenta las siguientes ventajas:

- Reducción de los costos a través del mejor uso de todas las capacidades de los elementos (pallets, racks, montacargas, andenes, transporte, etc.) que interactúan en la cadena de suministro.
- Aumento de la capacidad de automatización en fabricación, almacenamiento y distribución.
- Reducción de los daños de producto a través de un mejor uso del espacio y de la estabilidad.
- Mejoramiento de las ventajas ergonómicas para procesos de manipulación.

## PALLETS

La carga debe estar unitarizada, es decir acomodada sobre un pallet y debidamente asegurada de tal manera que toda se pueda mover como si fuera una sola caja grande. Los pallets necesarios para la unitarización de la carga deben corresponder de acuerdo al modal de transporte seleccionado, así:

Para unitarizar la carga es conveniente emplear malla plástica o película “stretch”, esquineros protectores en cartón, en madera o en plástico. Luego debemos sujetar toda la unidad con zuncho metálico o plástico con sus respectivas grapas del mismo material.

### **5.3.2 Norma ISO 780 y 7000**

La Organización Internacional de Estandarización (ISO) normalizó una serie de símbolos e indicaciones graficas a través de la norma ISO 780 de 1991 con el fin de dar pautas e instrucciones de manipulación de productos embalados.

El proceso de marcado es la identificación que se hace sobre el sistema de empaque, mediante impresión directa o con rótulos adhesivos, etiquetas, stickers o caligrafiado manual, según Norma ISO 7000 y de rotulado específico buscando los siguientes objetivos:

- Identificación, posicionamiento y ubicación del producto durante su comercialización.
- Información sobre las características del producto y la responsabilidad integral.
- Promoción comercial del producto.
- Instrucciones sobre los sistemas de manejo que deben aplicarse a las cargas.
- Seguridad de las personas y equipos necesarios para la manipulación y control de las mercancías.

Para una aplicación útil del marcado se deben tener en cuenta los siguientes aspectos usando como referente la norma ISO 7000:

- Nombre común del producto y variedad
- Tamaño y clasificación del producto, indicando número de piezas por peso, o cantidad de piezas en determinado empaque o embalaje.
- Cantidad, peso neto, cantidad de envases o unidades y peso individual.

- Especificaciones de calidad, en caso de que el producto se clasifique en diferentes versiones.
- País de origen.
- Nombre de la marca con logo.
- Nombre y dirección del emparador.
- Nombre y dirección del distribuidor.
- En el costado opuesto del empaque se destina sólo para información sobre transporte y manejo del producto:
- Pictogramas. Acorde a la norma internacional ISO 780, se utilizan símbolos gráficos en lugar de frases escritas. Las marcas de manipulación deben estar impresas en la parte superior izquierda y su tamaño debe superar los 10 centímetros, en colores oscuros.
- Identificación de transporte. Número de guía aérea o identificación del embarque, destino, número total de unidades enviadas y códigos de los documentos de exportación. Si se cuenta con la tecnología adecuada se pueden incorporar códigos de identificación electrónica tales como el UPC (Universal Product Code) y el EAN (European Article Numbering).
- El material de las marcas debe ser indeleble, resistente a la abrasión y el manejo.

- Todos los contenedores deben estar visiblemente etiquetados y marcados en el idioma del país de destino.

### **5.3.3 Manipulación manual**

Para la manipulación manual de embalaje, la Organización Internacional de Trabajo OIT recomienda una carga máxima de 25 kg para hombres y 15 kg para mujeres.

### **5.3.4 Consideraciones para el empaquetado y embalaje de productos**

Empacado de conservas y dulces típicos para exportación:

- Hacer énfasis en la fabricación del producto.
- Utilizar diseños gráficos acordes con el producto a contener.
- Los empaques de vidrio siguen siendo la mejor alternativa para la comercialización de este tipo de productos.

Empacado y embalaje de artesanías para exportación:

- Se deben liberar del polvo, suciedad y huellas dactilares.
- Algunos productos artesanales fabricados a partir de papel, madera o textiles tienen un alto contenido de humedad.
- Los productos de superficie delicada, como metales pulidos, artículos de laca, maderas pulidas y cuero deben protegerse contra arañazos y rayones.
- Cuando un mismo embalaje contiene varios productos sin empaque primario, estos se deben separar unos de otros.

Empacado y embalaje de confecciones:

Si los productos van a ser expuestos con empaque en el destino final se deben considerar las siguientes alternativas:

- Cajas de cartón con ventanas plásticas.

- Bolsas plásticas de polietileno o polipropileno.
- El embalaje de transporte debe llevar información sobre el número de piezas contenidas, referencias, colores.
- Cuando el producto se va a Estados Unidos debe cumplir con los requerimientos de estampado, etiquetado, contenido, etc.

Empacado y embalaje de calzado y manufacturas de cuero para exportación:

- Los productos de cuero pequeños deben envolverse en papeles suaves o tela.
- Se recomienda más el uso de bolsas de polietileno pues daña menos el cuero.
- También se pueden utilizar cajas con ventanas para permitir la visibilidad del producto.
- Los empaques compuestos por dos materiales pueden tener problemas de comercialización, en Unión Europea.

## 6. CASO ESPECÍFICO

### 6.1 ARTE GRÁFICO GUANE

Figura 18. Pictografías Guanes



Fuente. [www.llibrototal.com](http://www.llibrototal.com)

Los Guanes fue un pueblo indígena que habitó la región de Santander, cazadores y pescadores, también cultivaban la tierra, especialmente con maíz, base de su alimentación y de donde producían la famosa chicha y la deliciosa arepa santandereana. Adoraban las fuerzas de la naturaleza y creían en la inmortalidad.

Era una raza austera y de hábitos sedentarios. Dentro de las características de su arte se pueden destacar, la simetría, el paralelismo, el uso de formas geométricas

y el alto nivel estético. Los colores que utilizaban en sus vasijas eran los tonos rojos desde el rojo pálido hasta el ocre muy oscuro. En los tejidos el rojo, negro, café, verde azulado y blanco (que era el color del algodón) eran los colores utilizados.

Figura 19. Artefactos Guanes

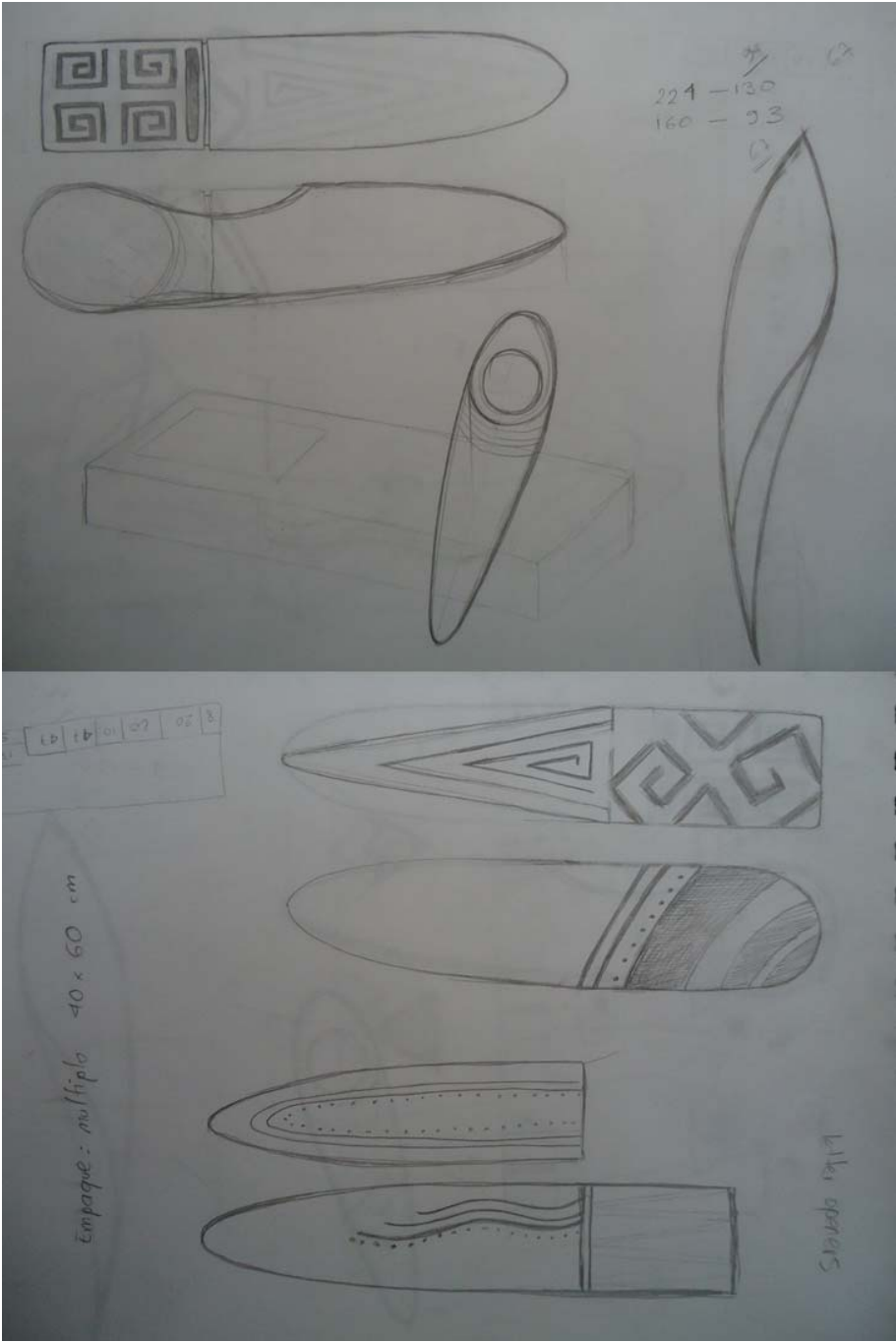


Fuente. [puebloguane.blogspot.com](http://puebloguane.blogspot.com)

Tomando como base los utensilios de uso común del pueblo Guane, las pictografías y demás muestras de su arte ancestral, se propone una artesanía en madera para uso en oficina u hogar, que refleje el carácter étnico y arte de este pueblo.

## 6.2 ABRECARTAS ARTESANAL

Figura 20. Alternativas abrecartas 1



Fuente. Autor

Figura 21. Alternativas abrecartas 2

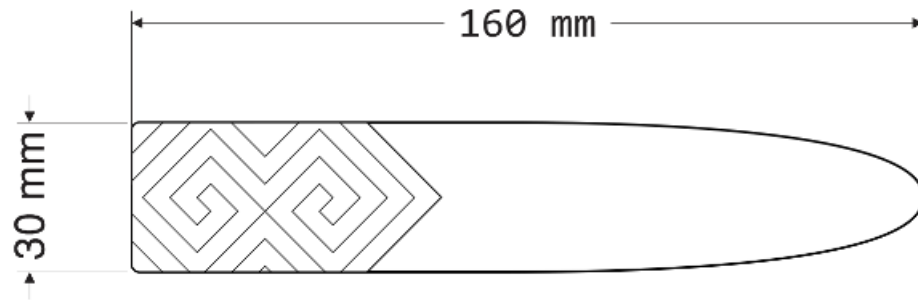


Fuente. Autor

El abrecartas artesanal GUANENTA está hecho en madera pintada a mano, este producto está inspirado en el arte gráfico del pueblo Guane, en sus pictografías, artefactos y tejidos. Es un producto diseñado para usar en la oficina y en casa, sus vistosos gráficos lo hacen un objeto llamativo, que no solo presta una función práctica, sino también una función estética.

El cuerpo del abrecartas tiene unas dimensiones de 160mm x 30mm x 6mm, que permiten un agarre cómodo al usuario mientras utiliza el producto.

Figura 22. Dimensiones abrecartas



Fuente. Autor

Figura 23. Abrecartas GUANENTA



Fuente. Autor

Se ha elegido este producto como ejemplo específico, para la elaboración del empaque sostenible para artesanías mediante el uso de fibras de fique modificadas.

## 7. ESTADO DEL ARTE

### 7.1 DEFINICIONES BÁSICAS

**EMPAQUE:** un empaque o envase es un producto que puede estar fabricado en una gran cantidad de materiales y que sirve para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías en cualquier fase de su proceso productivo, de distribución o venta. Bajo los estándares de normatividad internacional los sistemas de empaque se determinan en tres niveles característicos principales:

- **EMPAQUE O ENVASE PRIMARIO:** es todo aquel que contiene al producto en su presentación individual o básica dispuesto para la venta de primera mano. A este grupo pertenecen las bolsas plásticas, botellas, sistema tetra-brick, enlatados y frascos entre otros. Un sistema de empaque de primer nivel bien pensado cumple una función comercial definitiva, ya que gracias a él se puede motivar al comprador al indicarle las fortalezas y beneficios del producto.

Figura 24. Empaque tetra-brick de Akesson Vin



Fuente. [www.thedieline.com](http://www.thedieline.com)

- **EMPAQUE SECUNDARIO O EMBALAJE:** es un complemento externo que agrupa varias muestras de empaques primarios, su función es resguardarlo en cantidades que simplifiquen su distribución, almacenamiento e inventario. Dentro del segundo nivel se encuentran las cajas de cartón, guacales, canastas, bandejas y cajas agujereadas, entre otros.

Figura 25. Six-pack Doss Blockos Beer



Fuente. [www.thedieline.com](http://www.thedieline.com)

- **EMPAQUE TERNARIO O DE TRANSPORTE:** el embalaje se utiliza con el fin de integrar cantidades uniformes del producto, ya dispuesto bajo las normas del empaque secundario. Los materiales se seleccionan de acuerdo a las disposiciones del producto; sin omitir, costos, especificaciones del comprador, estándares internacionales, resistencia, fletes y entorno ambiental. Entre los empaques más utilizados se encuentran las tolvas, guacales alambrados o clavados, tarimas, canastas y contenedores entre otros.

Figura 26. Practi-guacal



Fuente. <http://www.ayp.co>

**EMBALAJE:** recipiente, generalmente grande, en el que se introducen productos envasados, envueltos y/o unidos, así como sueltos (a granel), para su embarque y distribución. También llamado envase primario.

**ETIQUETA:** pieza de papel, película u hoja de aluminio que se fija a un envase o embalaje. La etiqueta generalmente contiene diseños gráficos e información impresa relativa al producto. Recientemente han aparecido las eco-etiquetas, que informan sobre la calidad de impacto ambiental del conjunto envase – producto.

## **7.2 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL**

En la actualidad el material más utilizado para empacar artesanías es el cartón, en muchos casos los productores no cuentan con empaques diseñados para sus productos, y por lo general los guardan en cajas con periódico u otros elementos improvisados.

### 7.2.1 Mi Tierra Artesanal

El empaque está elaborado en cartón corrugado, con una película interior polimérica que previene cualquier daño en el producto. No presenta ningún tipo de diagramación, uso de tintas, o calcomanías.

Figura 27. Empaque porta inciensos



Fuente. Mi Tierra Artesanal

### 7.2.2 Metamorfoses design

El empaque para artesanías de METAMORFOSES DESIGN se basa en una caja de cartón desarmable, que inmoviliza, protege y a la vez permite al usuario apreciar el producto. Posee un mango abatible para su transporte en la parte superior. Utiliza tintas naturales que reducen el daño al medio ambiente.

Figura 28. Empaque para artesanías de Metamorfoses Design



Fuente. [www.metamorfosesdesign.com](http://www.metamorfosesdesign.com)

### 7.2.3 Estudio

Empaque y display ESTUDIO para artesanías de cerámica, elaborado en cartón corrugado. El empaque inmoviliza y protege el producto, además de ser desarmable. Diagramación sencilla con poco uso de tintas lo que lo hace menos contaminante.

Figura 29. Empaque y display ESTUDIO



Fuente. [www.lbardesign.com](http://www.lbardesign.com)

## 8. DESARROLLO PROYECTUAL

### 8.1 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

- Se deben tener en cuenta las propiedades antibacterianas de las fibras de fique modificadas, para que el empaque brinde un segundo uso.
- El empaque debe estar diseñado para el compostaje o la biodegradación, aprovechando las características del fique como fibra natural.
- La cantidad de material utilizada para el empaque debe reducirse al mínimo necesario.
- El empaque debe ser eficiente en su peso y volumen para facilitar su transporte y almacenaje, este debe estar diseñado teniendo en cuenta el módulo de 60 x 40 cm de la Norma ISO 3394.
- Se debe evitar el uso de pegamento o materiales peligrosos para el medio ambiente.
- Reducir al mínimo los procesos de fabricación del empaque.
- Utilizar materiales locales y tecnología local para la fabricación del empaque, de esta manera se abre la posibilidad a empresas locales rentables.
- El empaque debe resaltar el carácter artesanal y étnico del producto.
- El producto debe estar protegido contra arañazos y rayones.

## 8.2 DESARROLLO DE ALTERNATIVAS

### REUSO:

El segundo uso implica varios factores positivos:

- Suple la necesidad de adquirir un objeto que haga su función
- Se reduce el consumo de materias primas
- Reducción de la producción de residuos debido a la fabricación y posterior descarte
- Reducción del consumo de combustible y CO<sub>2</sub> debido al transporte
- Se reduce el consumo de energía necesaria para la fabricación de dicho nuevo producto

### BIODEGRADABILIDAD:

Debido a que las fibras de fique son naturales, son biodegradables. Aunque la plata y el cobre al entrar en contacto con fuentes hídricas pueden causar daños al medio ambiente<sup>14</sup>, debido a las bajas concentraciones que se tiene en las fibras se ve la posibilidad de hacer empaques biodegradables descartables<sup>15</sup>.

### RECUPERACIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE INCINERACIÓN:

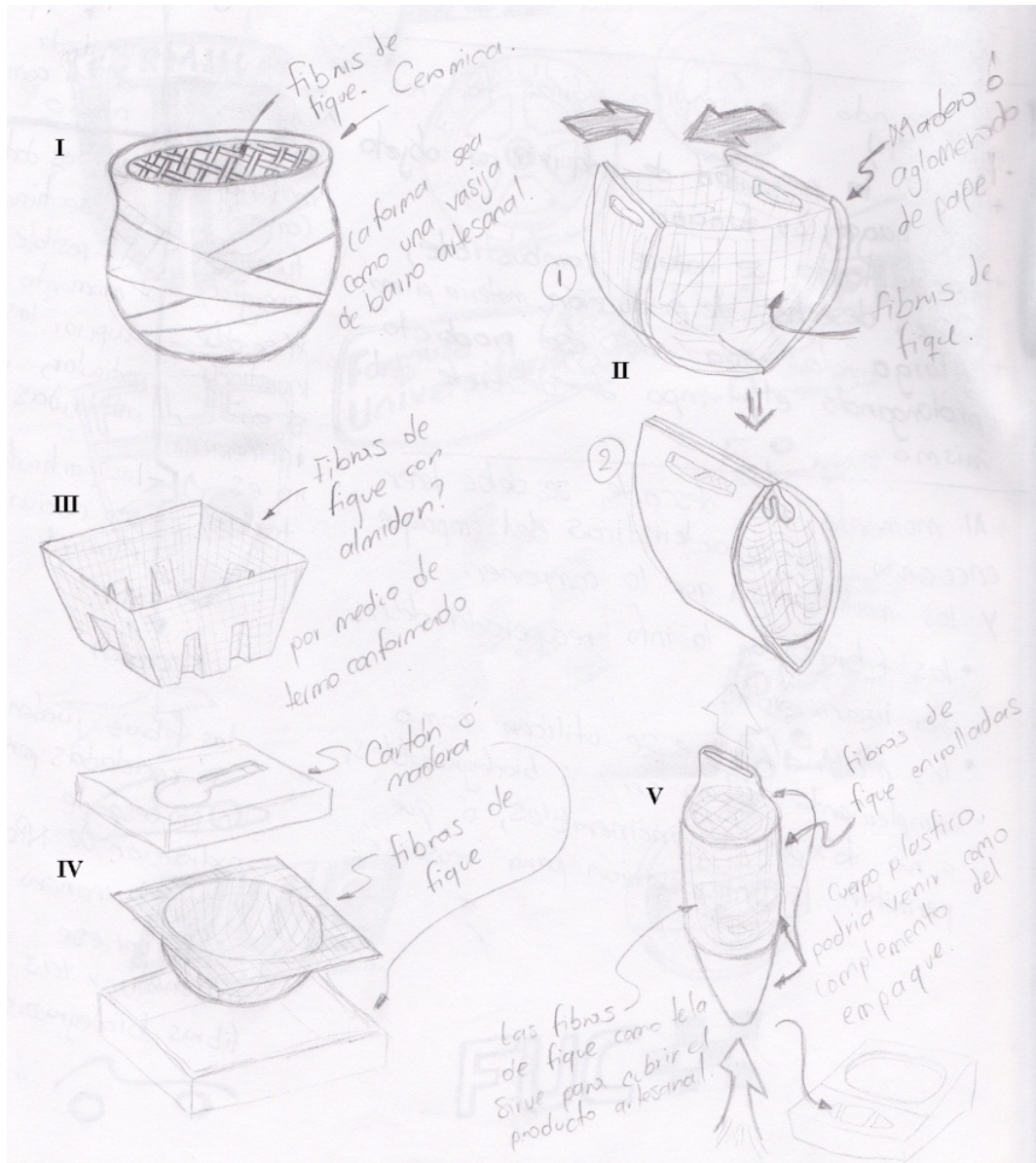
Aprovechamiento del material de desecho como fuente de energía, se debe tener en cuenta que el material incinerado no sea tóxico

Los materiales utilizados como complemento deben ser biodegradables, no tóxicos, incinerables, o que permitan su recuperación para ser reutilizados.

<sup>14</sup> JAYESH, Ruparelia. [et-al]. Strain specificity in antimicrobial activity of silver and copper nanoparticles. Acta Biomaterialia. 2008, Vol. 4, núm. 3, p. [707]

<sup>15</sup> DOBSON, S. y HOWE, P. Silver and silver compounds: Environmental aspects. IPCS INCHEM, 2002, <http://www.inchem.org/documents/cicads/cicads/cicad44.htm#6.0>

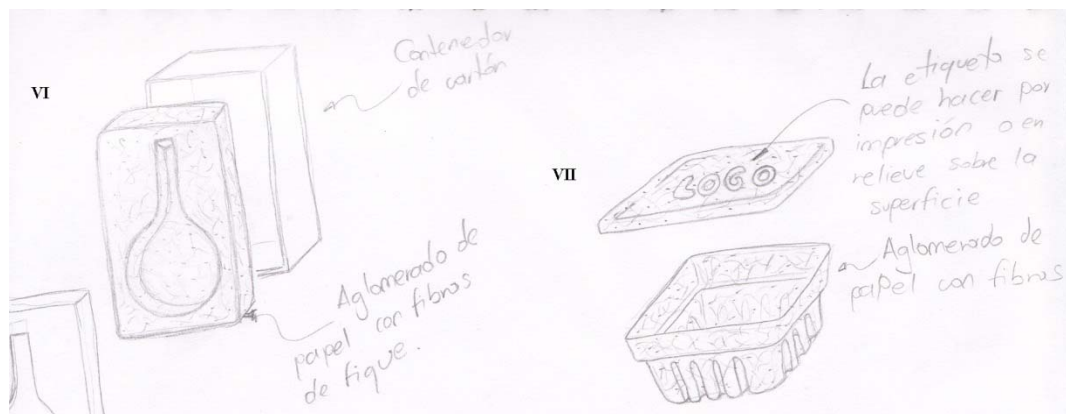
Figura 30. Alternativas de empaque I - V



Fuente. Autor

- I Empaque ceramico con forma de vasija de barro artesanal, con las fibras de fique en la superficie interior del empaque; aprovechando las propiedades antibacterianas de las fibras se puede reutilizar como contenedor que permita prolongar la vida de los alimentos.
- II Empaque con laminas exteriores en madera y bolsa interior hecha con las fibras de fique modificadas, podria reutilisarse el empaque como bolsa para llevar alimentos que los proteja de bacterias.
- III Empaque hecho completamente de fibras mediante termoconformado, que permita ser reutilizado como contenedor para alimentos
- IV Siguiendo la idea anterior este empaque esta hecho en dos materiales, tapa de carton y cuerpo hecho de fibras, la forma podria sugerir un segundo uso como frutero o centro de mesa.
- V Empaque de carton, las fibras de fique se utilizan como protección interna para el producto. Trae un objeto (embudo o “pitillo”) que utiliza la fibra de fique enrollada en su interior para filtrar agua.

Figura 31. Alternativas de empaque VI - VII



Fuente. Autor

- VI** Empaque hecho en dos partes tapa y cuerpo, fabricados en aglomerado de papel y fibras, el cuerpo se podría utilizar como mostrario del producto. Descartable para recuperación de energía mediante incineración, o para compostaje.
- VII** Empaque hecho a base de papel y fibras de fique, puede descartarse después de su uso como compostaje o para recuperar energía mediante incineración, podría reutilizarse como contenedor para alimentos.

### 8.2.1 Evaluación de alternativas

Para la evaluación de alternativas se tienen en cuenta factores indispensables para la sostenibilidad del empaque, y que afectan directa o indirectamente el medio ambiente y el bienestar del usuario, estos se derivan de los requerimientos de diseño del empaque.

Tabla 8. Evaluación de ideas planteadas

Requerimientos	I	II	III	IV	V	VI	VII
Peso	1	1	9	9	5	9	9
Número de materiales	5	5	9	5	1	5	9
Cantidad de material utilizado	5	1	5	5	1	9	9
Biodegradabilidad	1	9	9	9	1	9	9
Impacto al descartar	1	5	5	5	1	5	5
Número de procesos	5	5	9	5	1	5	9
Disponibilidad local de tecnología	9	9	9	9	5	9	9
Disponibilidad local de materiales	9	9	9	9	5	9	9
Reusabilidad	9	9	5	5	9	5	5
Seguridad del producto	9	9	9	9	9	9	9
innovación	9	5	9	9	9	5	9
Total	63	67	87	79	47	79	91
Puesto	6	5	2	3	7	3	1

1: Malo, 5: Bueno, 9: Excelente

Fuente. Autor

### **8.3 EVOLUCIÓN DE ALTERNATIVAS**

La evolución de alternativas se realizó teniendo en cuenta los resultados obtenidos de la evaluación de alternativas, las pruebas mecánicas y antibacterianas realizadas a las fibras, y los beneficios que puede traer la fibra de fique modificada en el proceso de fabricación del aglomerado de fibras, papel reciclado y almidón de yuca. Teniendo en cuenta que en el proceso de reciclado de papel es necesario agregar químicos que eliminen las posibles bacterias presentes, las fibras de fique toman importancia en el proceso de fabricación del aglomerado, ya que estas suplen la necesidad del uso de estos químicos, haciendo el proceso más noble con el medio ambiente, dando como resultado final un material que protege contra bacterias y de mayor resistencia debido a la “malla” creada por las fibras presentes en este.

#### **8.3.1 AGLOMERADO DE FIBRAS DE FIQUE Y PAPEL**

- + Mayor resistencia que el aglomerado de papel.
  - + Uso de un solo material para el desarrollo del empaque.
  - + Se necesita menor cantidad de procesos para realizarlo.
  - + Se utiliza menor cantidad de material.
  - + Reutiliza material como papel y cartón.
  - + Uso de recursos locales (materiales y tecnología).
  - + Puede ser realizado de forma artesanal.
  - + Buena calidad de gofrado, lo que evita el uso de tintas o calcomanías.
  - + Gracias a las cualidades antibacterianas de las fibras, el uso de cloro o agentes químicos para limpiar el papel se puede suplir durante el proceso.
  - + Uso menos común para las fibras de fique.
- 
- No es muy estable ante la humedad.
  - Las posibilidades de reutilización son menores que las que se pueden lograr con un tejido.



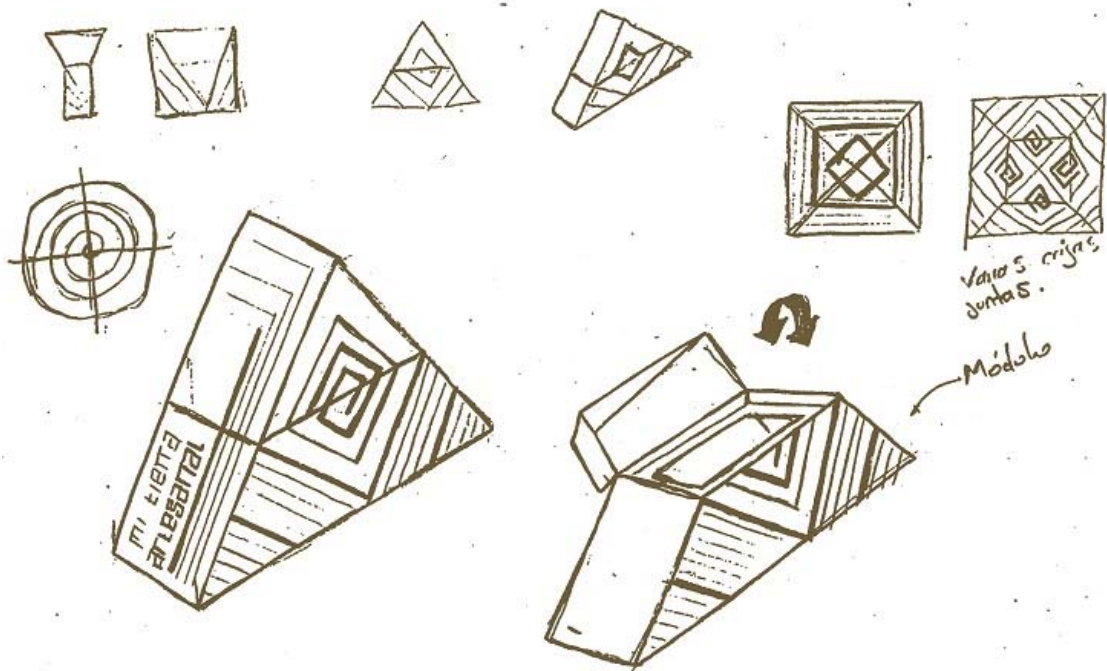
Figura 33. Alternativa 1



Fuente. Autor

Este empaque está formado por dos piezas una tapa superior que le da protección y otra inferior que sostiene y exhibe el producto cuando está en el punto de venta o en el lugar que el usuario le disponga. Elaborado a partir de una lámina troquelada, las imágenes características de la cultura GUANE están hechas en relieve y la marca del producto estampado en tintas ecológicas. Este empaque es biodegradable por lo que puede ser descartado.

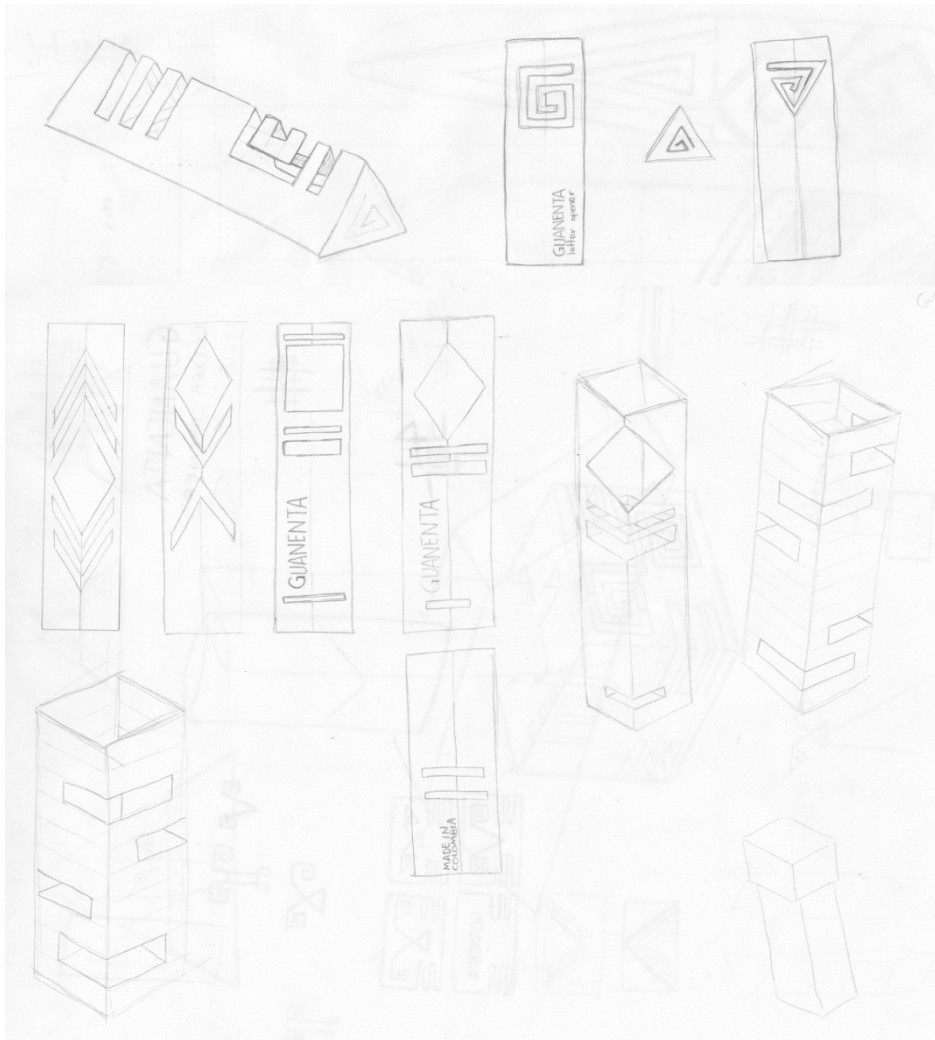
Figura 34. Alternativa 2



Fuente. Autor

Este empaque se forma a partir de una lámina, que una vez troquelado y armado, le brinda protección al producto, además sirve como exhibidor en el punto de venta. En el lugar de uso también es posible utilizarlo como exhibidor, lo que le da una vida de uso más larga. Este empaque es biodegradable por lo que puede ser descartado.

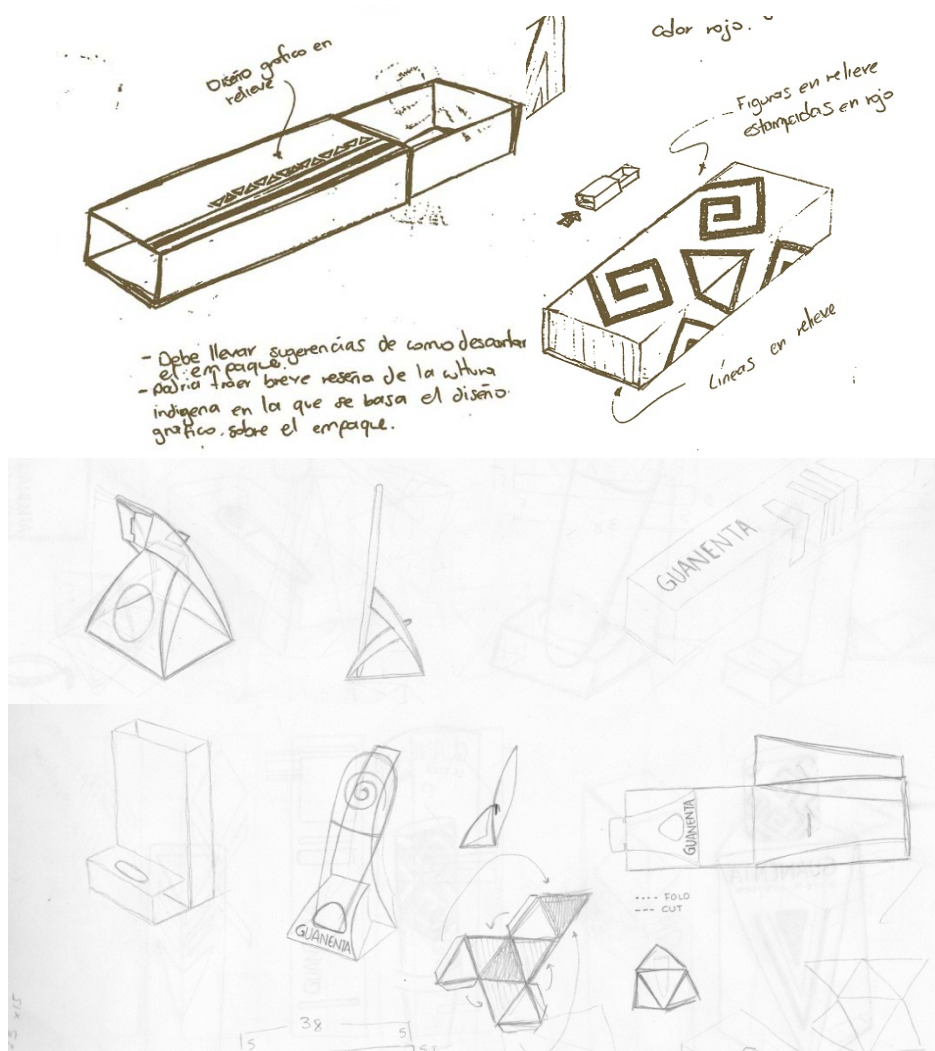
Figura 35. Alternativa 3



Fuente. Autor

Desarrollado a partir de una lámina troquelada, con formas características de la cultura GUANE, las esquinas troqueladas están dobladas de forma opuesta, y le proporcionan soporte al producto. La imagen del producto está estampada con tinta ecológica. Este empaque es biodegradable por lo que puede ser descartado.

Figura 36. Alternativa 4



Fuente. Autor

Este empaque brinda al usuario la opción de darle un segundo uso. En la superficie interna del empaque está impreso el desarrollo de un exhibidor para el producto, que el mismo usuario puede armar. Esta hecho de una lámina troquelada. En su superficie exterior la imagen del producto esta estampada, y en forma de relieve se aprecia una forma GUANE. . Este empaque es biodegradable por lo que puede ser descartado.

### 8.3.2 Matriz de selección para la propuesta final

Para esta evaluación se tuvieron en cuenta los requerimientos de diseño y las características para la compra de artesanías nombradas en el capítulo 3. De la misma forma se toma como referencia para la evaluación del desempeño de cada una de las alternativas, la típica caja elaborada en cartón corrugado.

Se utiliza la siguiente escala para realizar la calificación de cada criterio.

Mejor que: +

Igual que: 0

Peor que: -

Tabla 9. Matriz de selección para las alternativas planteadas

Criterios de selección	Alternativas			
	1	2	3	4
Reutilización	+	+	0	+
Cantidad de material	+	+	+	+
Facilidad de manufactura	+	+	+	0
Diseño	+	+	+	+
Seguridad del producto	0	0	-	0
Volumen del empaque	0	-	0	0
Suma +	4	4	3	3
Suma 0	2	1	2	3
Suma -	0	1	1	0
Evaluación neta	4	3	2	3
Lugar	1	3	4	3
¿Continuar?	Desarrollar	No	No	No

Fuente. Autor

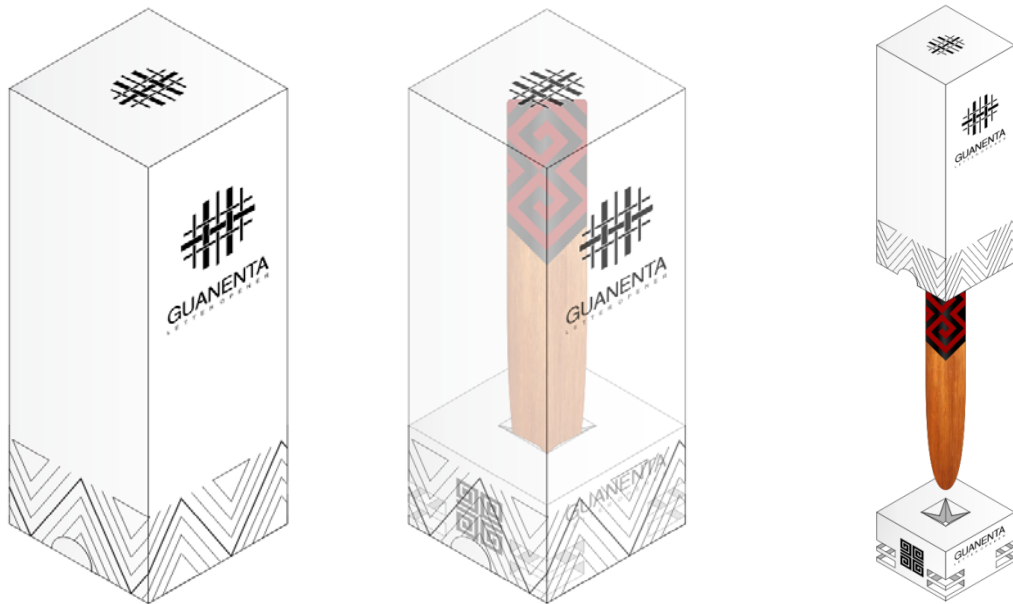
Después de obtener los resultados de la matriz se decide desarrollar la alternativa número 1.

## 9. PROPUESTA FINAL

### 9.1 EMPAQUE A BASE DE PULPA Y FIBRA

Durante el proceso de fabricación del aglomerado se aprovechan las características antibacterianas de las fibras, evitando el uso de químicos para eliminar bacterias presentes en el papel.

Figura 37. Piezas del empaque para abrecartas GUANENTA



Fuente. Autor

El empaque para abrecartas consta de dos piezas, obtenidas de láminas de aglomerado de papel y fibras de fique modificadas, que son troqueladas y luego armadas para formar el empaque. La pieza de mayor tamaño funciona como

protección para el producto, mientras que la pieza de menor tamaño lo sostiene y exhibe. En el punto de venta la pieza menor se utiliza como exhibidor del producto. Una vez adquirido el producto el posible comprador podría darle este mismo uso pero en su mesa de trabajo, o en algún lugar de su oficina u hogar.

Figura 38. Empaque utilizado como exhibidor



Fuente. Autor

Debido a que tanto el papel como las fibras son biodegradables, el empaque puede ser descartado, usado como material de compostaje, puede ser reciclado, o ser utilizado como material de incineración para recuperación de energía.

### 9.1.1 Materiales y procesos

Los siguientes son los procesos y materiales aplicables al empaque sostenible de forma industrial, teniendo en cuenta todos los pasos desde la obtención de la materia prima.

- Obtención de las fibras de fique  
Para la obtención del fique se siguen los pasos descritos en el capítulo 2 numerales 2.2.1 y 2.2.2. Teniendo en cuenta las Políticas de Producción Más Limpias formuladas por el Ministerio del Medio Ambiente nombrada en el capítulo 2.3.
- Modificación de las fibras  
Primero se realiza un proceso de limpieza a las fibras, consistente en el peinado y lavado de las mismas, para luego realizar la síntesis *in situ* con nanopartículas de plata y óxido de cobre sobre la superficie de estas.

Figura 39. Moldeado de la lámina para el prototipo final

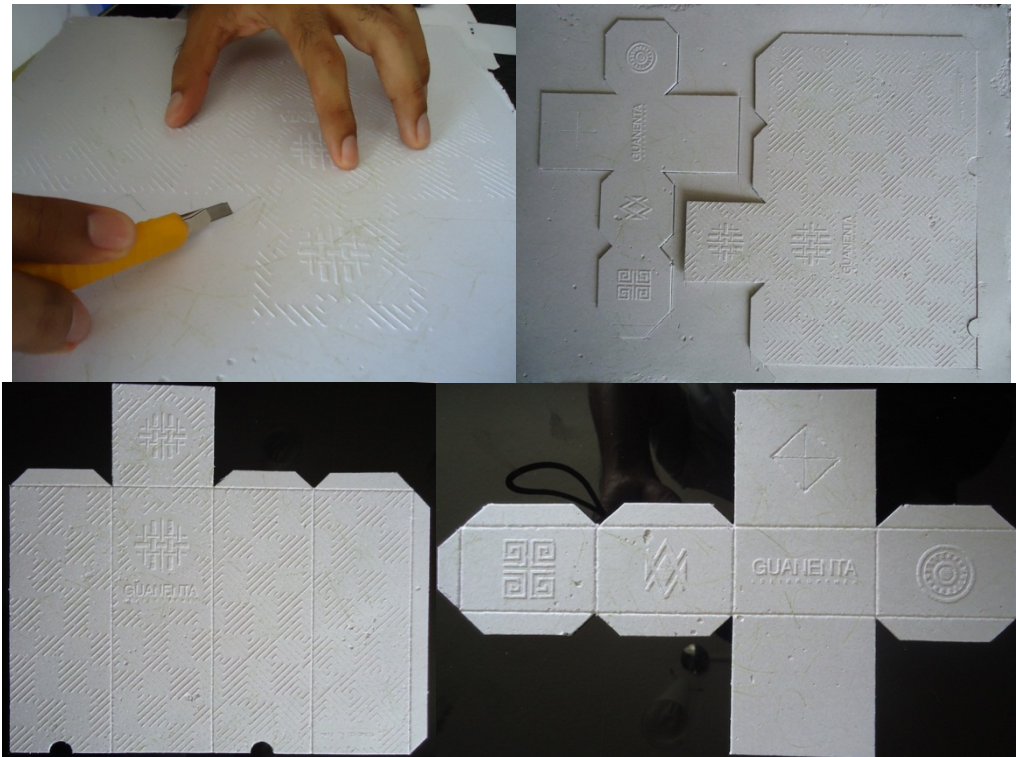


Fuente. Autor

- Láminas de aglomerado

El procedimiento comienza con la inmersión del papel picado y previamente humedecido junto con las fibras cortadas a un largo de 3 cm en una cubeta gigante llena de agua, la mezcla se bate con una cuchilla para producir un compuesto moldeable. A continuación se sumerge un bastidor con una malla metálica que atrapa las partículas de papel y fibra de fique formando una lámina, luego de unos segundos se eleva el bastidor y se drena el agua, después se sobrepone una pieza de tela sobre la lámina formada y se le da vuelta al bastidor dejando que la lámina repose sobre la tela. En seguida se deja secar la lámina para pasar al siguiente proceso.

Figura 40. Corte de la lámina para el prototipo final



Fuente. Autor

- Corte  
Se ubica la lámina en la troqueladora y se realiza el corte, el material sobrante puede hacer parte nuevamente del proceso de reciclado del papel.
- Armado  
El empaque troquelado y estampado, se arma a mano y se ensambla.

### **9.1.2 Beneficios**

- Gracias al proceso de moldeo de pasta de papel se producen materiales más ligeros.
- Este proceso de moldeo permite el uso de materiales reciclados y reciclables.
- Se crean productos descartables y biodegradables.
- Bajo costo del producto final.
- Permite la fácil impresión o el uso texto grabado.
- Se puede conseguir buena calidad de gofrado.
- De la prueba realizada sobre la actividad antibacteriana de las fibras de fique modificadas se abre la posibilidad de crear empaques para frutas o verduras que permitan conservarlas por mayor tiempo.
- Gracias a las propiedades antibacterianas de las fibras se evita el uso de lejías o productos químicos para eliminar bacterias en el aglomerado.
- Las tintas utilizadas no contaminan el medio ambiente.
- El diseño del empaque refleja el carácter artesanal del producto.

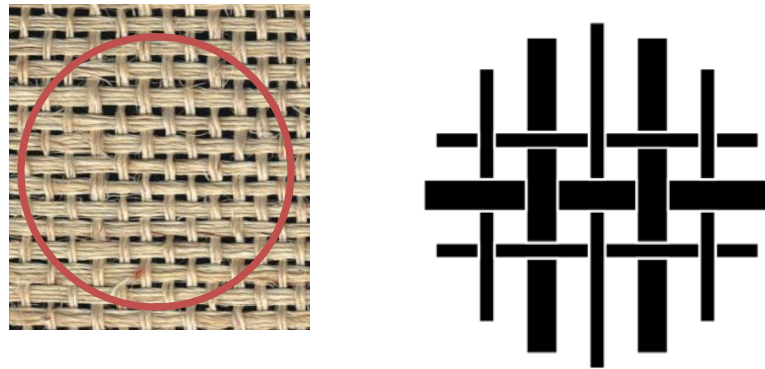
## **9.2 IMAGEN DEL PRODUCTO**

El abrecartas GUANENTA es una artesanía inspirada en la cultura del pueblo Guane, en su arte gráfico y sus artefactos. De la misma manera el empaque sostenible para abrecartas se inspira en el arte gráfico y hace uso de algunos de sus diseños para reflejar más firmemente su carácter autóctono.

### 9.2.1 Logo

La imagen presente en el frente del empaque es una abstracción de un tejido básico utilizado en los sacos de fique, en el que se hace un “enfoco” en el tejido de las fibras. Ya que las fibras de fique son el eje central del proyecto y los tejidos son parte esencial del legado de la cultura Guane se utiliza esta imagen para realzar el carácter artesanal del producto.

Figura 41. Logo abrecartas GUANENTA



Fuente. Autor

### 9.2.2 Tipografía

Se escogió la fuente Helvética para acompañar el logo del producto, ya que sus formas son acordes con el estilo sobrio y elegante que se quiere dar al empaque.

#### Helvética

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

1234567890¡!"\$%&/()=¿?

## 10. PROTOTIPO

Figura 42. Empaque para Abrecartas GUANENTA



Fuente. Autor

### 10.1 COSTOS

#### 10.1.1 Moldes y troqueles

Los costos de fabricación del molde fue consultado en la compañía Dos Banderas Fábrica de Cartones, el costo de los moldes para troquelado se cotizaron en la empresa Maquetroqueles.

Molde para la lámina	\$4'000.000
Troquel tapa superior	\$200.000
Troquel tapa inferior	\$250.000
Costo total del molde y los troqueles	\$4'450.000

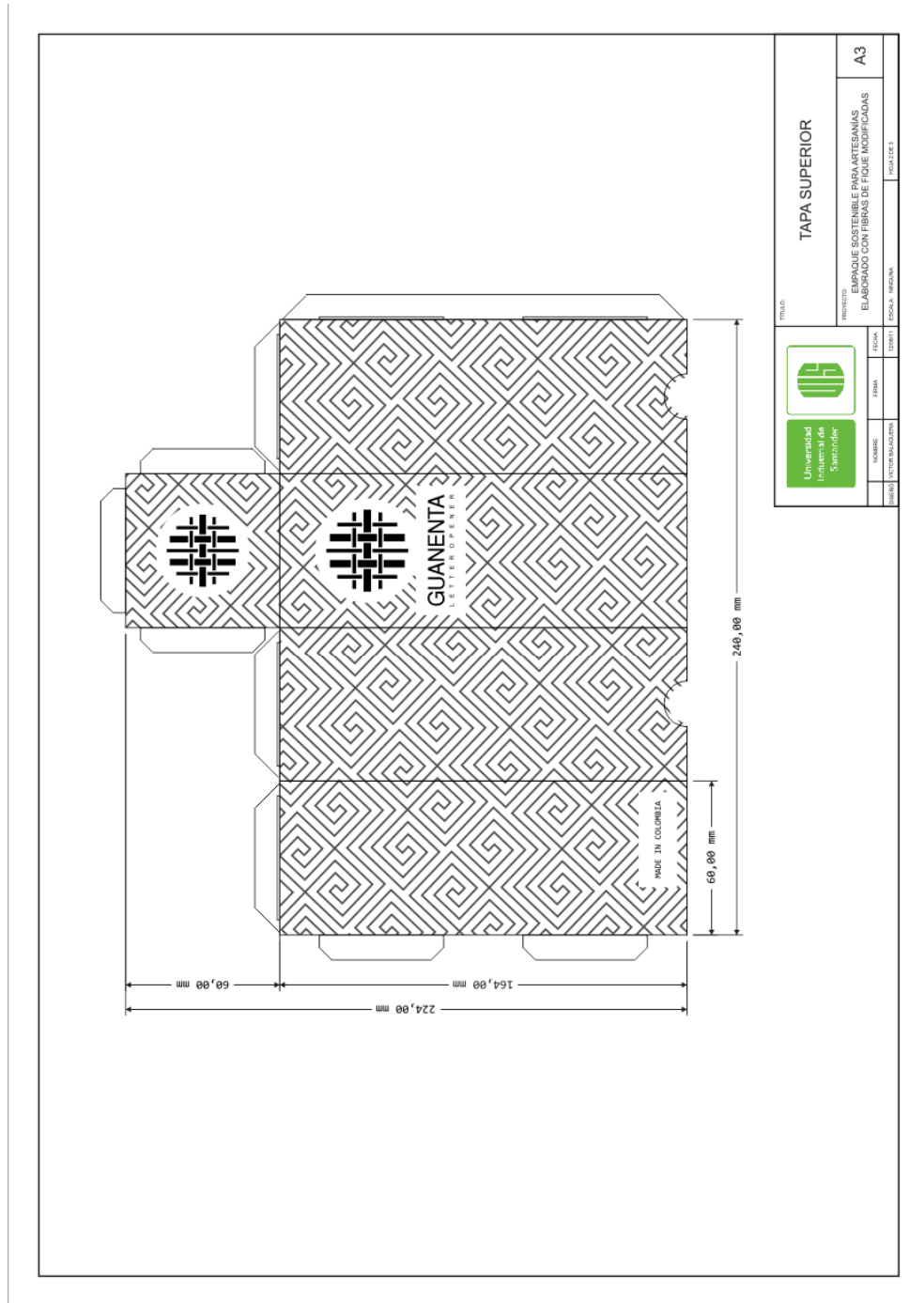
### **10.1.2 Costos de producción**

No se tienen en cuenta el costo de producción de las fibras (estas son compradas a la asociación de artesanos unidos de Mogotes ARUMOS, integrante del convenio de producción más limpia gestionado en el año 2005 en el departamento de Santander), ni el costo del proceso de modificación de las mismas, ya que este se encuentra en proceso de investigación y no se ha empezado a producir industrialmente.

Moldeo de lámina	\$200
Golpe troquelado	\$30
Costo de producción por empaque	\$230

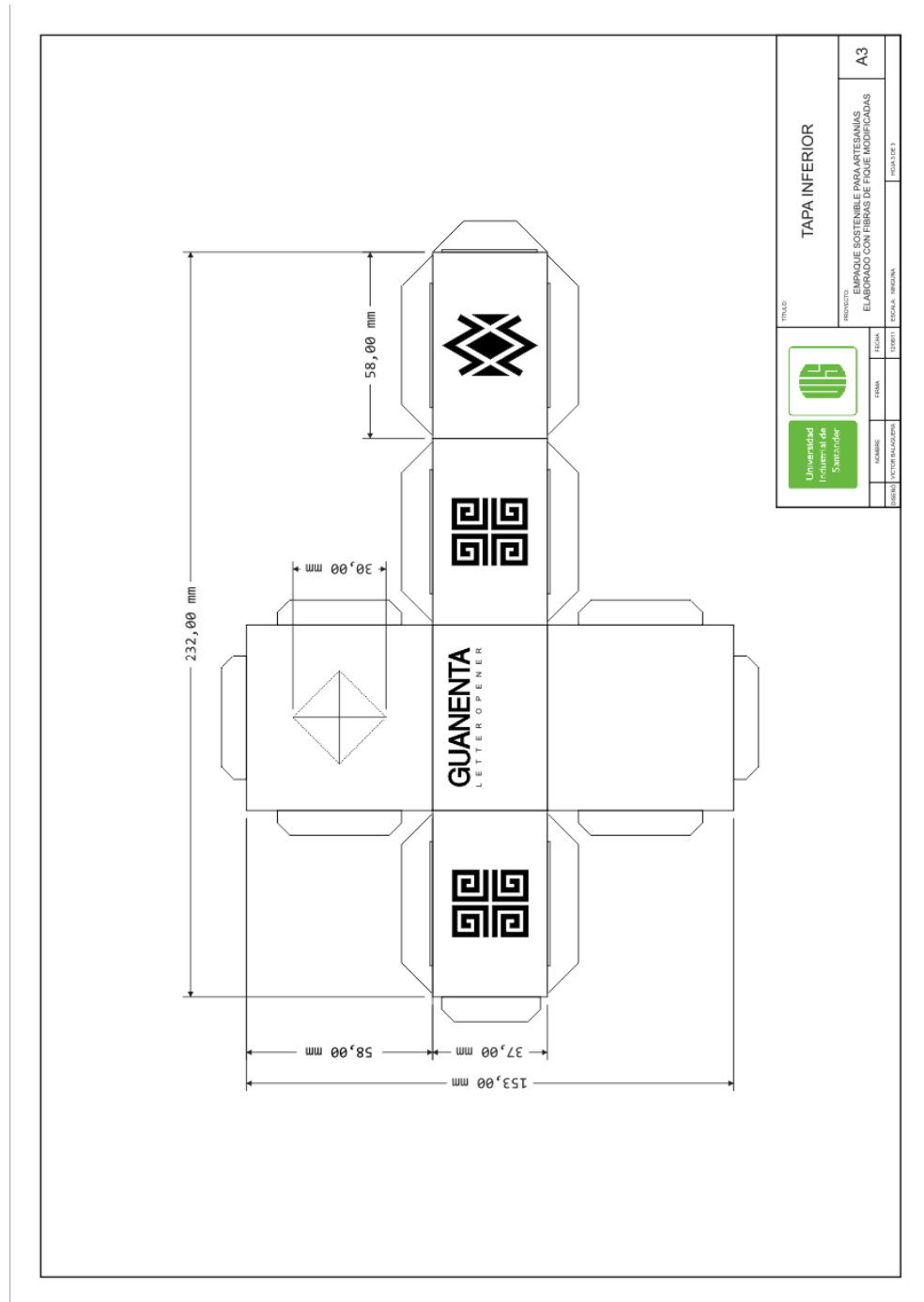


Figura 44. Plano de la tapa superior del empaque



Fuente. Autor

Figura 45. Plano de la tapa inferior del empaque



Fuente. Autor

## 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se logró determinar mediante la prueba sobre la actividad antibacteriana de las fibras de fique modificadas con nanopartículas de plata y óxido de cobre, que es posible utilizar las fibras de fique modificadas, como aglomerado.

Gracias a las cualidades antibacterianas de las fibras de fique modificadas se elimina el uso de químicos para la eliminación de bacterias en el proceso de moldeo de papel.

El aglomerado permite utilizar las fibras de fique modificadas de una forma más eficiente, ya que se utiliza menor cantidad de material para la elaboración de un empaque comparándolo con los tejidos de fique.

El empaque brinda la posibilidad de reutilizarlo, y es biodegradable.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la prueba sobre la actividad antibacteriana de las fibras de fique modificadas con nanopartículas de plata y óxido de cobre, se abre la posibilidad de utilizar el aglomerado de papel y fibras de fique como empaque para alimentos. Para este fin se utilizarían los mismos materiales usados en el proyecto actual, pero se realizaría el conformado del empaque mediante la técnica de moldeo de papel, de esta forma en un solo proceso se obtendría la forma final del empaque, y gracias a las ventajas de esta técnica, cabe la posibilidad de eliminar el uso de tintas, ya que se pueden lograr calidades de gofrado muy buenas.

Otro posible uso para el aglomerado, es como empaque para utensilios médicos, aunque debe mejorarse la resistencia a la humedad del material, esto podría solucionarse con la adición de almidones naturales.

Figura 46. Empaque para frutas elaborado con el aglomerado



Fuente. Autor

## BIBLIOGRAFÍA

DATSCHEFSK, Edwin. El rediseño de productos: productos sustentables, el regreso a los ciclos naturales. 1 ed. México: McGraw-Hill, 2002. 175 p.  
ISBN 970-10-3737-5

DENISON, Edward. Packaging 3: envases ecológicos. 1 ed. México: McGraw-Hill, 2002. 160 p. ISBN 970-10-3730-8

CAPUZ, Salvador. ECODISEÑO: ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles. 1 ed. México: Alfaomega, 2004. 268 p. ISBN 970-15-0962-5

FISHER, Tom y SHIPTON, Janet. Designing for reuse: the life of consumer packaging. 1 ed. United Kingdom: Earthscan, 2010. 186 p.  
ISBN 978-1-84407-488-4

BRAUNGARTH, Michael y MCDONOUGH, William. Cradle to Cradle: rediseñando la forma en que hacemos las cosas. 1 ed. Madrid: McGraw-Hill, 2005. 186 p.  
ISBN 84-481-4295-0

STROUSS, Sandra. Promoción de la comercialización nacional e internacional. En: TALLER SOBRE PROMOCIÓN DE EXPORTACIONES ARTESANALES. (2006: Quito). Presentación del taller sobre promoción de exportaciones artesanales. Bogotá: artesanías de Colombia s.a., 2006. 42 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Guía ambiental del subsector figuero. Bogotá D.C.: El ministerio, 2 ed. 2006. 121 p.

JAYESH, Ruparelia. [et-al]. Strain specificity in antimicrobial activity of silver and copper nanoparticles. Acta Biomaterialia. 2008, Vol. 4, núm. 3, p. 707–716.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. Standard test method for tensile strength and Young's modulus of fibers. C 1557. Estados Unidos: ASTM Internacional, 2008.

LEFTERI, Chris. Así se hace: técnicas de fabricación para diseño de producto. 1 ed. Barcelona: Blume, 2008. 240 p. ISBN 978-84-9801-258-3

RESTREPO, Viviana. [et-al]. Estudio de factibilidad para la creación de una empresa de exportación de artesanías colombianas de cestería y bolsos con el apoyo de una estrategia e-business para su comercialización y logística. Bogotá D.C., 2004, 136 p. Trabajo de grado (Ingeniera Industrial). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería Industrial.

EUROPA EL PORTAL DE LA UNIÓN EUROPEA. Directiva 92/59/CEE del Consejo relativa a la seguridad general de los productos [en línea]. 29 de junio de 1992. Disponible en web:  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31992L0059:ES:HTML>

PROEXPORT COLOMBIA. Cartilla empaques y embalajes para exportación. Bogotá: 2003, 118 p.

AENOR. Reutilización. UNE-EN 13429:2005. Madrid: AENOR, 2005.

AENOR. Requisitos para envases y embalajes recuperables mediante reciclado de materiales. UNE-EN 13430:2005. Madrid: AENOR, 2005.

AENOR. Requisitos de los envases y embalajes valorizables mediante recuperación de energía, incluyendo la especificación del poder calorífico inferior mínimo. UNE-EN 13431:2005. Madrid: AENOR, 2005.

AENOR. Requisitos de los envases y embalajes valorizables mediante compostaje y biodegradación: programa de ensayo y criterios de evaluación para la aceptación final del envase o embalaje. UNE-EN 13432:2001 / AC: 2005. Madrid: AENOR, 2005.

DOBSON, S. y HOWE, P. Silver and silver compounds: Environmental aspects. IPCS INCHEM, 2002.

<http://www.inchem.org/documents/cicads/cicads/cicad44.htm#6.0>

DAMERON, C. [et-al]. Environmental health criteria 200: copper. IPCS INCHEM, 1998.

<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc200.htm#PartNumber:11>