

Sistema de cubierta a partir del uso del totumo
“Crecentia Curcubina” para vivienda en la vereda
el Cairo las Brisas, municipio de Saldaña Tolima.

Walter Ceballos Devia

Universidad La Gran Colombia

Facultad de Arquitectura

Bogotá D.C, Colombia

2016

Índice General

Índice General	2
Índice de tablas	4
Índice de figuras	5
Resumen	8
Abstract	9
Palabras clave	9
Keywords	10
Introducción	10
Marco Referencial	1
1.1.Ubicación	1
1.2.Cuadro de cobertura y usos del suelo	4
1.3.Características del totumo	5
1.4.Características hoja del <i>Crescentia Curcubina</i>	6
1.5.Ficha técnica del totumo	10
1.6.Caracterización del totumo alargado	12
1.7.Historia del totumo	12
1.8.Usos del totumo	13
1.9.Aporte ecológico del totumo	15
1.10. Tipología de construcción	15
Aspectos metodológicos	18
1.11. Tradición cultural	19
1.12. Desarrollo auto constructivo de cubiertas en totumo	19
1.13. Participación de la comunidad	19
1.14. Alistamiento del material y características	20
1.15. Selección del material y características	22

1.16. Transformación del material	23
1.17. Alistamiento de cubiertas	25
1.18. Instalación de las tejas	26
Análisis y discusión de resultados	27
1.19. Ensayo de peso	28
1.20. Resistencia a la flexo compresión	28
1.21. Provisión de amarre o sujeción	29
1.22. Ensayo de termicidad	30
1.23. Prueba resistencia al impacto	30
1.24. Ensayo de absorción	31
1.25. Características dimensionales	34
1.26. Laboratorio de microbiología	36
1.27. Laboratorio de densidad	37
1.28. Laboratorio de durabilidad	38
1.29. Prueba con termo anemómetro.....	38
Conclusiones y recomendaciones	40
Bibliografía	42
Anexos	44

Índice de tablas

Tabla 1. Comparación de temperaturas mensuales	2
Tabla 2. Cuadro de radiación solar	3
Tabla 3. Cuadro de flora especie <i>Crescentia curcubina</i>	4
Tabla 4. Cobertura y uso del suelo	5
Tabla 5. Comparación pulpa y semillas	14
Tabla 6. Prueba tejas de totumo sin humedad	32
Tabla 7. Prueba tejas de totumo con humedad	33
Tabla 8. Toma de muestras con termo anemómetro	39

Índice de figuras

Figura 1. Localización del municipio de Saldaña	1
Figura 2. Grafico temperatura 3 últimos meses	2
Figura 3. Mapa radiación solar	3
Figura 4. Velocidad viento	3
Figura 5. Dirección y velocidad del viento	4
Figura 6. Fruto del totumo	5
Figura 7. Hoja aguda de 0.1 cm de longitud	6
Figura 8. Hoja oblongo lanceolada	6
Figura 9. Hoja oblongo lanceolada	7
Figura 10. Hoja obcordada	7
Figura 11. Flor <i>Crescentia Curcubina</i>	7
Figura 12. Semilla separada de la pulpa	8
Figura 13. Fruto silvestre	8
Figura 14. Arboles <i>Crescentia Curcubina</i>	8
Figura 15. Germinación a los 18 días	9
Figura 16. Mapa biogeográfico del totumo	9
Figura 17. Ficha técnica	10
Figura 18. Comparación elementos para la construcción de cubiertas	11
Figura 19. Variedad de frutos alargados	12
Figura 20. Presentación jarabe de totumo	14
Figura 21. Detalle sistema constructivo en teja	15

Figura 22. Estudio tipología de cubiertas	16
Figura 23. Planos tipología de cubiertas	17
Figura 24. Medición de la longitud de los muros	17
Figura 25. Taller de exploración de materiales	18
Figura 26. Artesanías hechas en totumo	19
Figura 27. Árbol de totumo	20
Figura 28. Transferencia de madera para estructura	20
Figura 29. Corte guadua en esterilla	21
Figura 30. Selección de madera para estructura	21
Figura 31. Recolección de totumo adecuado	22
Figura 32. Selección de frutos mejor adecuados	22
Figura 33. Marca en los extremos del fruto	23
Figura 34. Corte en la mitad de los frutos	23
Figura 35. Formaleta en PVC para frutos	24
Figura 36. Tejas en totumo secas	24
Figura 37. Instalación de la estructura en madera	25
Figura 38. Instalación de viguetas a estructura	25
Figura 39. Abrir guadua en esterilla e instalarla	26
Figura 40. Instalación de composición de tierra	26
Figura 41. Instalación de tejas en totumo a estructura	27
Figura 42. Ensayo de peso	28
Figura 43. Prueba de resistencia a la flexo compresión	28
Figura 44. Prueba de resistencia a la flexo compresión	29

Figura 45. Prueba de termicidad	30
Figura 46. Prueba impacto con cono dinámico	31
Figura 47. Análisis de peso en teja	31
Figura 48. Teja de totumo sumergida en agua	32
Figura 49. Teja de totumo pesada después de 24 horas	33
Figura 50. Medidas a los frutos en su longitud	34
Figura 51. Medidas del ancho de los frutos	34
Figura 52. Medidas de la longitud de los frutos	35
Figura 53. Medidas del ancho de los frutos	35
Figura 54. Medidas adecuadas para los totumos	35
Figura 55. Prueba microbiológica del totumo	36
Figura 56. Composición celular de madera	36
Figura 57. Medición longitud de la teja	37
Figura 58. Peso de teja totumo para masa	37
Figura 59. Muestra de laboratorio después de 15 días	38
Figura 60. Toma muestras exterior e interior con termo anemómetro	38
Figura 61. Toma muestra interior con termo anemómetro	39
Figura 62. Banner regional modo	44
Figura 63. Logo sexta feria expo materiales	44
Figura 64. Carta de invitación de la facultad de arquitectura	45
Figura 65. Representación muestra stand No. 4.	45

Resumen

El interés por explorar la construcción se desarrolló durante varios años a lo largo de los estudios en la Facultad, los cuales llevaron a la indagación constante de preguntas ¿cómo la construcción puede llegar a ser tecnológica? ¿Cómo lograr crear un proyecto tecnológico y funcional? Por lo que teniendo en cuenta este interés y los interrogantes alrededor del tema surge la pregunta, ¿cómo desarrollar un sistema de cubiertas a partir de un recurso natural?, este interés es la base del planteamiento de esta monografía.

La investigación nace al entender un problema que se presenta en la vereda del Cairo-Las Brisas del municipio de Saldaña Departamento del Tolima, como lo es el clima y el desperdicio de un recurso natural que es autóctono de la región; el proyecto objeto de la presente monografía es desarrollar a partir del totumo y otros recursos naturales un sistema de cubierta para en primer lugar darle un mejor uso a este fruto y segundo determinar que este tipo de cubierta es confortable y que se adapta mejor que la teja de zinc, la cual es la tipología predominante en todas las viviendas de esta zona, Convirtiendo a la comunidad en gestores y líderes de sus propios enfoques de vivienda. Con base en ello se determina como las personas de la zona rural del Cairo-Las Brisas construyen sus viviendas con recursos naturales propios de sus entornos, ya que para ellos encontrar materiales de construcción convencionales no logra ser tan fácil, se propone desarrollar un sistema a partir de todos estos recursos volviendo así a evocar todo el legado inmemorable de nuestros antepasados para crear cubiertas a partir del totumo.

Con el desarrollo de producción y transformación del totumo como material de cubierta se determina el trabajo de obtención y características geométricas apropiadas del fruto teniendo en cuenta unos parámetros descritos en la presente monografía sobre cómo trabajarlo artesanalmente para la autoconstrucción de viviendas y como adaptarlo a todo el sistema por medio de investigaciones, referentes y pruebas las cuales establecen que se puede trabajar con la misma impermeabilidad y absorción natural del fruto de totumo adhiriendo elementos que la propia comunidad utiliza y entienden cómo integrar al sistema de cubiertas.

Abstract

The interest in exploring the construction was developed over several years along studies at the Faculty. Constantly probing questions how the construction can be technological? How can create a technological and functional project? Then, being consistent with the interest and the questions that arose around the issue, how to develop a system of cover from a natural resource? This interest is the basis of the approach of this monograph.

The research comes to understand a problem that arises in the path of the Cairo-Las Brisas Saldaña Township Department of Tolima, this problem is the weather and the waste of a natural resource, besides being native throughout the region, the project is developing from calabash and other natural resources cover system first put to better use to totumo and second to determine that this type of cover is comfortable working even better than zinc tile which is the predominant type in all homes , making the community managers and leaders of their own approaches to housing. On this basis is determined as the people in the rural area of Cairo-Las Brisas build their houses with their own natural resources in their environments, and that for them to find conventional building materials cannot be as easy, it is proposed to develop a system to From all these resources and all evoking again immemorial legacy of our ancestors to build decks from the calabash.

In the development of production and processing totumo as cover material is determined in the work of gathering and appropriate fruit geometric characteristics given parameters described in the following monograph how to work by hand for self-help housing, and adapt it to all system through research, references and evidence which establish that you can work with the same impermeability and natural fruit adsorption totumo adhering elements that the community uses and understand how to integrate the system cover from the fruit of the calabash.

Palabras clave

Totumo, teja, transferencia, cubierta, vivienda, rural, Saldaña.

KeyWords

Totumo, tile, transfer, cover, living place, rural, Saldaña

Introducción

En Colombia existe una apropiación de nuestros recursos naturales por parte de los países desarrollados o también llamados potencias mundiales, así como el ingreso de nuevos materiales extranjeros los cuales desplazan los materiales autóctonos que nos brinda nuestro país, a tal punto de desaprovecharse y limitar su uso a artesanías y otros utensilios en los cuales no es posible desarrollar al máximo el potencial de estos materiales naturales. El *crecentia Curcubina* nombre científico del Totumo, se encuentra en todo nuestro clima tropical de montaña, gracias a nuestros pisos térmicos.

Proponer un sistema de cubierta a partir del totumo “*Crecentia Curcubina*” para la autoconstrucción de vivienda en la vereda el Cairo- Las Brisas, municipio de Saldaña, departamento del Tolima, es la apuesta a este tipo de documento el cual a la vez pretende:

Estudiar las Propiedades del Totumo, de la especie *Crecentia Cucurbitina*, en el municipio de Saldaña, para desarrollar cubiertas en totumo.

Analizar las cubiertas de la vereda El Cairo- Las Brisas del municipio de Saldaña. Determinando su tipología e identificando el comportamiento termico de las cubiertas para establecer deficiencias y posibles mejoras a partir del uso del totumo.

Proponer un sistema de modulación de las tejas en totumo, para generar un mejor aprovechamiento del fruto y sus características en el desarrollo de la cubierta.

Definir elementos a partir de materiales y complementos de bajo costo para el prototipo de teja en totumo para conformar un sistema de cubierta.

El totumo es uno de tantos materiales naturales desaprovechados en Colombia. El lugar de activación del proyecto, se encuentran en la vereda el Cairo- Las Brisas del departamento del Tolima, utilizando el totumo como cubierta de las viviendas, brindando una solución a las altas temperaturas que oscilan entre 35° C a 50° C, actualmente las viviendas de esta región poseen una estructura en madera y guadua y sus muros son en bareque tipo

embutido, es decir, todos sus materiales de construcción son naturales, y son naturales porque ellos toda la vida han construido con este tipo de recursos, excepto las cubiertas ya que la instalación que ellos eligen para construir estas son en tejas de zinc, este tipo de cubierta es relativamente económica, pero no tienen en cuenta la desventaja de presentar cambios constantes a causa del clima especialmente en altas temperaturas, pues no produce una termicidad apropiada al interior de las viviendas. Una alternativa propia de la comunidad de la vereda el Cairo-Las Brisas es seguir con la tradición de construir con materiales naturales de la región desarrollando un sistema constructivo de cubierta a partir de estos mismos recursos como el totumo, generando un aprovechamiento del fruto, una fuente de apropiación de conocimiento y un taller de exploración de conocimiento para la zona rural de Saldaña departamento del Tolima.

La producción y transformación de este proceso de cubiertas en totumo inserta el material en un contexto agrícola y cultural autóctono permitiendo su uso en el aprovechamiento de sus cualidades físicas y sostenibles.

El aprovechamiento sostenible y la aplicación del totumo en este proceso artesanal contribuyen a la reducción del impacto ambiental sobre el aire y mecanismos más limpios en producción de energía gris, ya que se utilizan todas las tradiciones y componentes que toda la vida ha utilizado los pobladores del Cairo- Las Brisas, así mismo para utilizar la pulpa del totumo en el silvopastoreo y como alimento para el ganado de la región, otro aspecto importante es el desarrollo de un nuevo elemento natural para la construcción de cubiertas que mitiga los efectos dañinos de las fábricas que producen cubiertas de barro, debido a que este tipo de tejas dispersan unas pequeñas micro partículas nocivas para la salud, Así mismo, se han desarrollado otros proyectos donde a partir del mismo material del totumo se contribuye a evitar la deforestación de la selva húmeda y la protección de nuestra biodiversidad, de manera que las nuevas alternativas productivas sostenibles y de transformación del fruto de totumo sustentan la visión de eco-diseño llevando este tipo de fruto a todas partes para lograr un taller de transferencia de conocimiento con la comunidad rural que se desarrolla a partir del fruto.

Marco Referencial

1.3. Ubicación

El Cairo las Brisas está ubicada a 75 km de Ibagué, la capital del departamento del Tolima, al sudeste del departamento, Teniendo a su lado el río más importante el Saldaña fuente de trabajo de la región, su altitud es de 400 m y cuenta con aproximadamente 19.000 habitantes, El Cairo las Brisas Pertenece al municipio de Purificación, pero para llegar es más fácil y cerca por el municipio de Saldaña, la vereda cuenta con unas características climatológicas y de piso térmico cálido esenciales para el cultivo del totumo, además de encontrarse en abundancia de la especie *Crecentia Cucurbitina* la cual es la materia prima en el desarrollo de un sistema de cubierta a partir del totumo para la autoconstrucción de vivienda rural, este lugar tiene la afinidad del totumo entre sus pobladores ya que nuestros antepasados los Pijaos utilizaban en totumo para diferentes utensilios cotidianos.

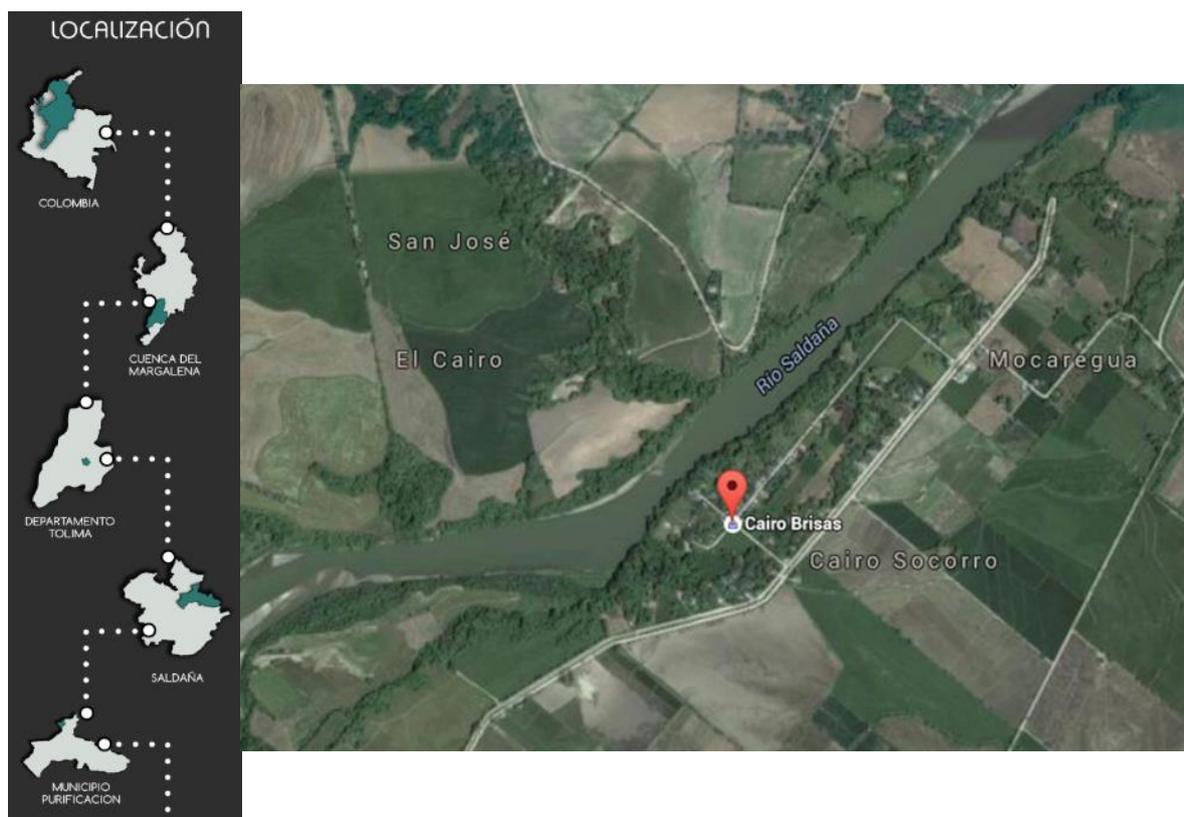


Figura 1. Localización del municipio de Saldaña en Colombia y geográfico de la vereda el Cairo las Brisas. Fuente: Propia, 2016.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

La temperatura de la vereda el Cairo las Brisas oscila entre 35° C a 45° C, esta temperatura afecta a los habitantes de la vereda lo cual no los deja realizar sus actividades cotidianas a causa del calor, además que la termicidad producida por las altas temperaturas trasciende a los materiales que absorben este tipo de energía como el zinc reteniendo por horas el efecto de temperatura caliente y ello afectando en las noches para poder dormir a los habitantes de la vereda el Cairo las Brisas.

Tabla 1. Tabla comparativa de temperaturas mensuales en la vereda el Cairo, las Brisas.

		TEMPERATURA	HUMEDAD	PLUVIOSIDAD	VELOCIDAD DEL VIENTO	RADIACION SOLAR
DICIEMBRE 2015	6:00 AM - 6:00 PM	31,50°C	63,6 %	20 MM	4.0-5.0 M/S PROMEDIO	5.0-55 KWM/M2 PROMEDIO
	7:00 PM - 5:00 AM	26,95°C	80,9 %			
ENERO 2016	6:00 AM - 6:00 PM	32,32°C	62,6 %	28 MM		
	7:00 PM - 5:00 AM	28,81°C	74,8 %			
FEBRERO 2016	6:00 AM - 6:00 PM	31,74°C	65,9 %	44 MM		
	7:00 PM - 5:00 AM	29,01°C	76,0 %			

Fuente: Propia, 2016

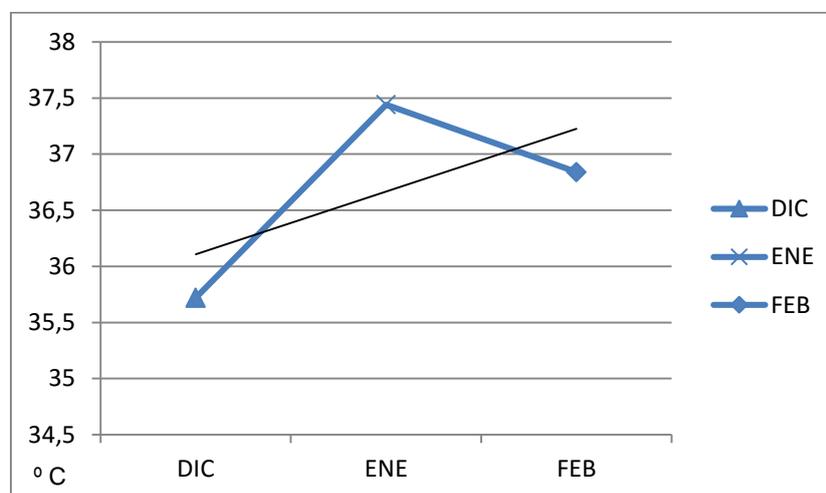


Figura 2. Gráfico de temperatura de los últimos 3 meses.

Fuente: Propia, 2016.

El índice de temperatura de la vereda el Cairo las Brisas se ha visto afectado por el fenómeno del niño ya que desde los meses de Noviembre a Febrero se presentaron fuertes sequias en todo el país alcanzando temperaturas de 40 ° C a 50° C.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

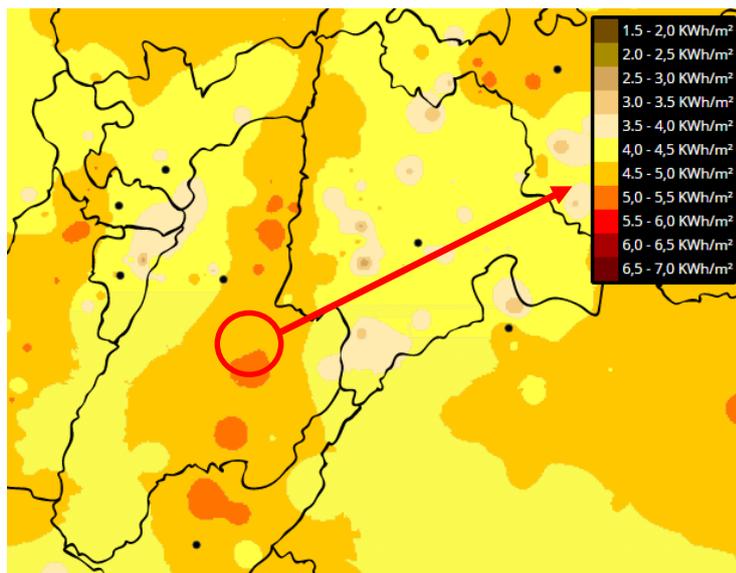


Figura 3. Mapa de Radiación Solar del Cairo las Brisas.

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2016

Tabla 2. Cuadro de Radiación Solar del Cairo las Brisas.

MES	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO
RADICACION SOLAR KWh/m2	6.5	5.5	4.5	4

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2016

Velocidad promedio del viento a 10 metros de altura (m/s)

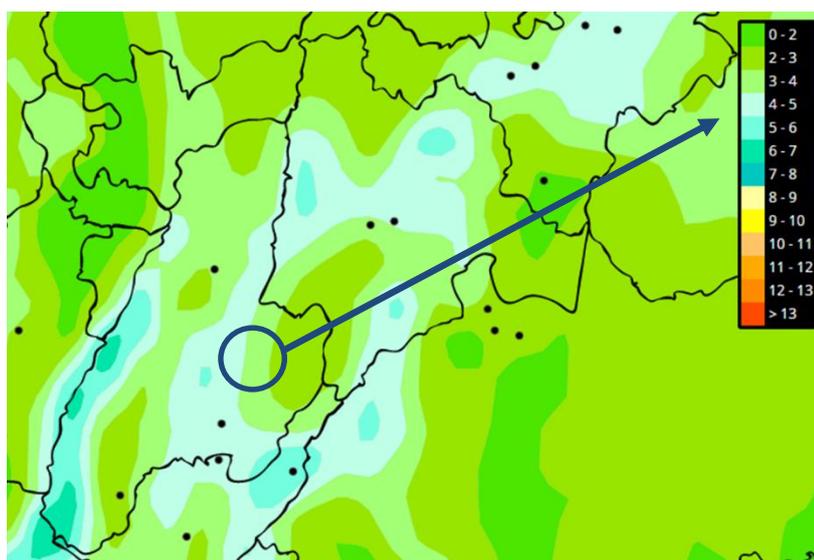


Figura 4. Velocidad del viento del Cairo las Brisas Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2016.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

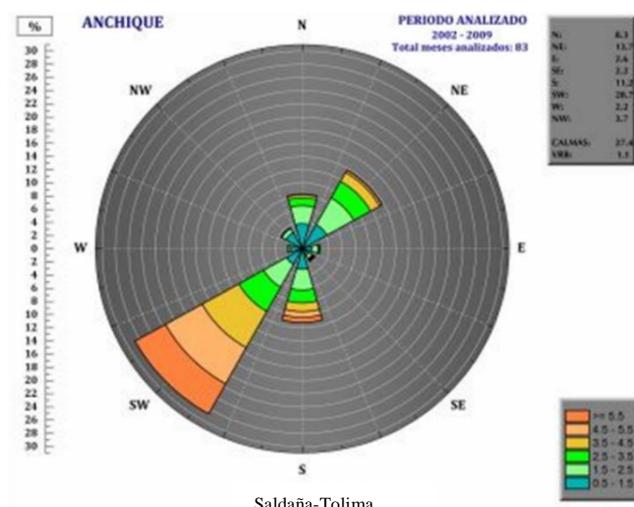


Figura 5. Dirección y velocidad del viento en Saldaña-Tolima.

Fuente: Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2016

Los datos de radiación solar y velocidad del viento sirven para determinar la climatología de la vereda el Cairo las Brisas, el cual produce una radiación solar de 5.0 a 5.5 KWh/m² de kilo vatios hora sobre metro cuadrado el cual es la energía producida por el sol en esta región y una velocidad de viento de entre 4 a 5 Km/h Kilómetros por hora a una altura de 10 metros, la velocidad del viento es poca lo cual es una ventaja para el sistema de cubiertas en totumo puesto que los amarres no tienen que realizar una tensión muy fuerte sobre las tejas de totumo, la dirección predominante de los vientos en el municipio de Saldaña es hacia el sud oeste.

1.4. Cuadro de cobertura y uso del suelo en Purificación-Tolima

El tipo de suelo de la vereda el Cairo las Brisas es arenoso, el cual más adelante en el proceso constructivo del sistema de cubierta será útil como elemento complementario, así mismo la cobertura y uso del suelo del municipio de Purificación muestra que la región es netamente agrícola existiendo algunas áreas abiertas o cultivos semipermanentes los cuales sirven para el cultivo del totumo, así mismo el porcentaje de representación del árbol del totumo en la región es de 3,03 sobre un 100 % distribuido en diferentes especies.

Tabla 3. Cuadro de flora de la especie de totumo en Purificación – Tolima.

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	Porcentaje de representatividad por familia
36	Bignoniaceae	<i>Jacaranda caucana</i>	Gualanday	3,03
37		<i>Crecentia kujete</i>	Totumo	

Fuente: Plan General de Ordenación Forestal para el departamento del Tolima, 2007.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

Tabla 4. Cobertura y uso del suelo en el municipio de Purificación – Tolima.

Cobertura y uso del suelo	Símbolo	Área	
		Has.	%
Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	Aa	380,93	0,92
Afloramientos rocosos	Af	635,76	1,54
Arbustos y matorrales	Am	4.797,85	11,65
Bosque productivo	Bpd	182,02	0,44
Bosque protector	Bpt	1.295,11	3,14
Cultivos anuales o transitorios	Cat	10.265,54	24,92
Cultivos semipermanentes y permanentes	Csp	94,21	0,23
Embalses	Em	1.234,06	3,00
Islas	Is	207,39	0,50
Lagos	Lg	94,20	0,23
Mosaico de cultivos	Mc	182,44	0,44
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Mv	2.832,10	6,88
Pastos arbolados	Par	872,73	2,12
Pastos manejados	Pm	4.989,81	12,11
Pastos naturales	Pn	1.822,44	4,42
Pastos enrastrados o enmalezados	Prs	5.178,36	12,57
Rastrojo	Ra	4.405,73	10,70
Ríos	Ri	856,10	2,08
Tierras desnudas o degradadas	Td	551,65	1,34
Zona militar	Zm	15,82	0,04
Zona urbana	Zu	295,20	0,72
TOTAL		41.189,44	100,00

Fuente: Plan General de Ordenación Forestal para el departamento del Tolima, 2007.

1.5. Características del totumo

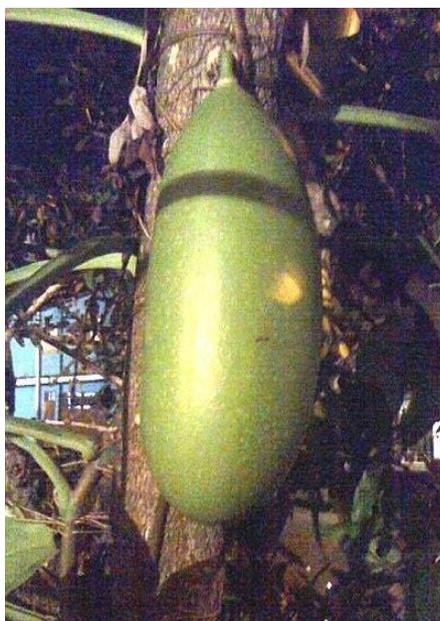


Figura 6. Fruto del Totumo de la especie *Crecentia Cucurbitina*.

Fuente: El totumo, 2004.

Este árbol es también conocido con los nombres de: Mate, Totumo, Calabazo, Jicara, sobre el cual se han definido como características: “Es un árbol perennifolio de la familia bignoniácea, de seis a diez metros de altura de largas ramas extendidas en forma de copa y con follaje dispuesto en grupos sobre las ramillas”, (Arias, 2004, p.12).

En cuanto a sus hojas y flores, Arias (2004) define:

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

Sus hojas espatuladas a oblanceoladas, son simples y de diferentes tamaños que van de los 6 a 15 centímetros de largo, obtusos, agudos o cortantes acuminadas en el ápice, estrechándose hacia la base casi sésil de color verde oscuro, posee grandes flores solitarias, amontonadas laterales o auxiliares, de color blanco amarillentas con tonalidad verdusca, en forma de campana con pétalos gruesos y de aspecto arrugado. Se agrupan a lo largo de las ramas o sobre el mismo tronco. Tienen un diámetro aproximado de 4 a 7 centímetros y de 2 a 3 de ancho en la parte media. (p. 12, 17).

1.6. Características de la hoja del *Crescentia curcubina*

Se caracteriza principalmente por la presencia de hojas simples con disposición alterna que mostraron variedades oblongo-lanceoladas, hasta agudas entre los 0.1 cm de longitud en las hojas más jóvenes y los 26 cm las más viejas, presentando una textura cartácea de colores entre amarillo, verde claro y verde oscuro, brillante por encima y opaco en su envés



Figura 7. Hasta agudas entre los 0.1 cm de longitud en las hojas más jóvenes y los 26 cm las más viejas.
Fuente: Artesanías de Colombia, 2016



Figura 8. Hojas Oblongo-lanceoladas de *Crescentia curcubina*
Fuente: Artesanías de Colombia, 2016

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO



Figura 9. Hojas obcordadas de *C. cujete*
Fuente: Artesanías de Colombia, 2016



Figura 10. Hojas obcordadas de *C. curcubina*
Fuente: Artesanías de Colombia, 2016



Figura 11. Flor de la especie *C. curcubina*
Fuente: Artesanías de Colombia, 2016

Para definir sus frutos, semillas y tronco Arias (2004) define:

El fruto posee una consistencia dura y formas y tamaños variables. Los hay de forma casi esférica y ovoide-elíptica, que varían en tamaños entre 10 y 30 centímetros de diámetro, aunque los hay de hasta 50 centímetros. El fruto es leñoso, de cascara dura de color verde brillante y de superficie lisa. Cuando está duro o seco se torna de color

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

gris oscuro. Contiene en su interior una pulpa gelatinosa blanca que encierra numerosas semillas pequeñas, comprimidas, insertadas en placenta esponjosa. Cuando está maduro el fruto, la pulpa se torna de color grisáceo o marrón oscuro. (p.17, 18).



Figura 12. Semillas separadas de la pulpa.

Fuente: Silvopastoreo del totumo *Crescentia cujete* L y *Crescentia alata* K, 2011.

El tronco tiene un diámetro de 20 a 40 centímetros, de corteza delgada, lisa o ligeramente escamosa y de color castaño claro o gris. En las ramas gruesas se presentan nudos del color de la corteza adulta y a lo largo de ellas, ramitas laterales muy cortas en grupos de 3 a 5 con hojas agrupadas en la yema.



Figura 13. Fruto del Totumo en silvestre de la especie *Crescentia Cujete*.

Fuente: Silvopastoreo del totumo *Crescentia cujete* L y *Crescentia alata* K, 2011.



Figura 14. Árboles de *C. curcubina*

Fuente: Artesanías de Colombia, 2016.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

El totumo es originario de América y se encuentra cultivado y silvestre en distintas clases de terrenos, en llanuras, bosques y colinas puede verse desde la Florida en los Estados Unidos, pasando por Centro América y el Caribe, llegando finalmente a Suramérica. Crece en regiones tropicales por debajo de los 500 metros sobre el nivel del mar. En Colombia el totumo se aprovecha en varias regiones a lo largo y ancho de nuestra superficie.



Figura 15. Germinación del fruto a los 18 días.

Fuente: Silvopastoreo del totumo *Crescentia cujete* L y *Crescentia alata* K, 2011.

El árbol del totumo *Crescentia Curcubina* crece en Colombia de manera nativa y cultivada y está en un estado de conservación de preocupación menor, es decir aún no está en vía de extinción, en las regiones biogeográficas donde más crece el totumo en Colombia es en la Amazonia, Andes, Llanura del Caribe, Orinoquia, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, Valle del Cauca, Valle del Magdalena, a una elevación de 0- a 1360 metros, en los departamentos del Amazonas, Antioquia, Atlántico, Bolívar, Boyacá, Casanare, Cesar, Chocó, Cundinamarca, Huila, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Santander, Sucre, Tolima, Valle.

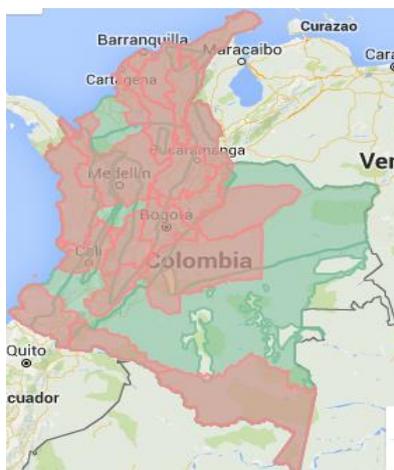


Figura 16. Mapa biogeográfico del totumo en Colombia.

Fuente: catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/, 2016.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

1.7. Ficha técnica del totumo

TOTUMO

Otros nombres comunes: Calabacero, calabazo, higüero, japacary, táparo y totumbo

Nombre científico: *Crescentia cujete* L

Sinónimos: *C. acuminata* Kunth; *C. fasciculata* Miero

Familia: Bignoniaceae

Origen: América tropical



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

En Colombia se encuentra en las regiones cálidas en el departamento de Cundinamarca se observa en los municipios de la Mesa, Fusagasuga, Girardot, Guaduas, Nariño, Pacho, Guamo, Purificación, Saldaña, entre otros lugares. Habita entre los 0 y los 1300 msnm, en el bosque seco tropical (bs-T), en el bosque húmedo tropical (bh-T), en la parte baja del bosque húmedo premontano (ph-PM) y en el bosque muy húmedo premontano (bmh – PM). **Es una especie nativa.**

DESCRIPCIÓN

El árbol alcanza los 15 m de altura y los 40 cm de diámetro en su tronco, que tiene corteza con escamas delgadas de color amarillo, su copa tiene forma irregular y es rala; su follaje es de un color verde brillante; su ramificación es abundante; sus ramas son vidriosas, gruesas y algo rectas, sus ramitas son gruesas, delgadas y de color verdoso.

Las hojas miden 10 cm de largo por 2 cm de ancho, son simples, cuando se disponen sobre las ramitas son alternas y luego se pueden agrupar en manojos sobre las ramas viejas, su borde es entero, tienen forma de espátula, su textura es parecida a la del cuero (coriáceas), por ambas caras son de color verde y son lisas (glabras), no presentan estipulas.

Las flores miden 4 cm de largo, su color es verde amarillento, son parecidas a campanas asimétricas (acampanuladas) y estas son polinizadas por los murciélagos. Nacen sobre el tronco o sobre las ramas principales.

Los frutos miden 15 cm de diámetro, tienen formas que van de lo ovalado a lo redondo, su color es verde brillante, estos cuelgan del tronco o de las ramas gruesas (caulinares) y cada uno contiene numerosas semillas.

Las semillas miden entre los 6 y 7 mm de largo por los 7 y los 9 mm de ancho, son delgados, su color es castaño y se encuentran repartidas en la pulpa del fruto.

PROPAGACION Y CRECIMIENTO

Las semillas y estacas. Se siembran en semillero a 1 cm de profundidad 2 cm entre una y otra y en hileras separados entre sí por 10 cm. El trasplante al sitio definitivo se efectúa cuando la plántula alcanza los 20 cm de altura. Es una especie de rápido crecimiento soporta las sequías y los suelos arcillosos.

Floración: desde septiembre hasta octubre

Fructificación: en abril

Recolección de frutos: en mayo

Caída del follaje: desde diciembre hasta enero, pierde parcialmente sus hojas.

Renovación del follaje: en febrero

USOS

Alimenticio: sus semillas, previamente cocidas, sirven como alimento

Doméstico: su madera sirve como leña, la cascara de sus frutos es empleada para elaborar artesanías e instrumentos musicales, para hacer utensilios de cocina como cucharas, recipientes, bandejas para fruta, para la bota del guarapo, como soporte para gallineros y como materia prima para las artes plásticas. Las totumas son excelentes para recoger ciertos elementos, que no deben entrar en contacto con metales, como son los cauchos o sustancias provenientes de ciertas frutas (papainas).

Industrial: Para la elaboración de cabos para herramientas, fabricación de sillas para montar, yugos y carrocerías.

Medicinal: La pulpa del fruto es utilizada como febrífugo, purgante, expectorante y para curar la sinusitis se administra con la insolación y elimina la sarna de los perros y caballos. La pulpa madura calma los dolores de cabeza, y las hojas aplicadas sobre el vientre materno facilitan el alumbramiento. Las hojas y los cogollos machacados se emplean para contener las hemorragias y cicatrizar las heridas de la pulpa del fruto se obtiene un jarabe útil en el tratamiento del asma y otras acciones respiratorias, el zumo obtenido al exprimir sus hojas aplicado sobre la piel durante la noche, sirve para reducir manchas y pecas.

Otros usos: el árbol sirve como cerca viva. **La pulpa del fruto es alimento para el ganado.**

Figura 17. Ficha técnica del totumo.

Fuente: Propia, 2016.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

Uno de los referentes es el de la utilización de fibras vegetales procedentes de explotaciones agrícolas en la edificación sostenible, vemos como este tipo de Fibras vegetales sirven como materiales útiles para el hombre así como el totumo antiguamente se manipuló y sirve actualmente.

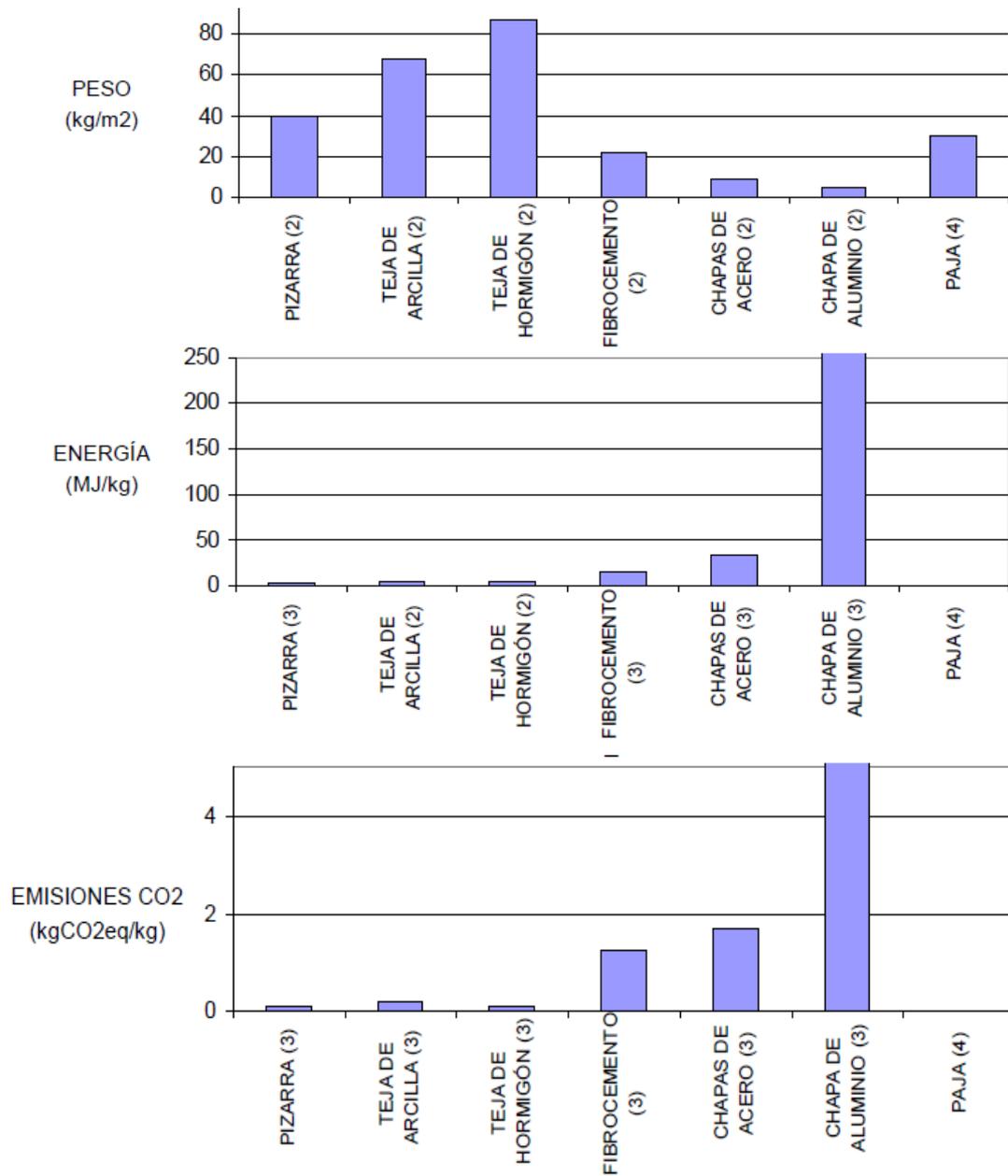


Figura 18. Comparación según elementos constructivos para cubierta.
Fuente: <https://mastersuniversitaris.upc.edu/>, 2015.

1.8. Caracterización de totumos alargados de la especie *Crecentia Curcubina*

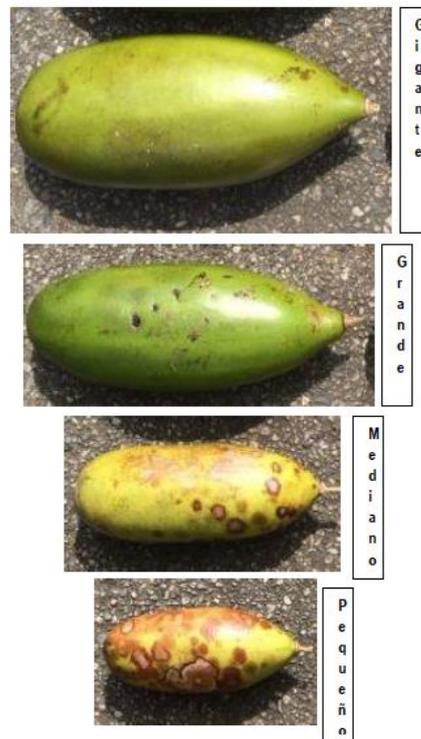


Figura 19. Variedad de frutos alargados en diferentes tamaños. Centímetros de longitud: Gigante más De 30 cm; Grande: de 25 a 30 cm; Mediano: de 18 a 25 cm; Pequeño: menor de 18 cm.
Fuente: Artesanías de Colombia, 2016

1.9. Historia del Totumo

Walter Arias (2004) nos dice con referencia a la historia de este fruto:

Para unos su nombre proviene del latín “*crescere*” que significa crecer y, para otros *crescentia*, en honor a Pietro Crescenzi, autor italiano de la naturaleza cujete, de su nombre popular nativo. Este fruto los botánicos lo llaman anfisarca, del griego *amphi*, de ambos lados, y *sarkos*, carne. La *Crecentia Cujete* es una planta nativa de Belice y cultivada a todo lo largo de América tropical y distribuida en el norte de Centroamérica. La presencia y utilización de esta planta en el nuevo mundo han sido objeto de reseña en diversas obras desde los primeros años de la colonización española en tierras americanas. Hacia 1565, el italiano Benzoni describe estos árboles que producen calabazas. En los primeros tiempos sus frutos fueron aprovechados por las diferentes comunidades indígenas americanas como material para fabricar

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

recipientes y adornos, elaborar trampas para cazar, como alimento y medicina e incluso para cubrir y proteger algunas partes del cuerpo.

La isla de Cuba es mencionada como el primer lugar donde se le dió un uso medicinal a esta planta y es posible que haya sido objeto de domesticación en varios lugares a la vez, como sucedió con el maíz, que llegó a ser la base alimenticia de las comunidades indígenas más avanzadas.

1.10. Usos del Totumo

La mayor importancia de este árbol proviene de sus frutos, cuyo pericarpio seco, leñoso y resistente, sirve para fabricar vasijas y otros utensilios de variadas formas y tamaños de uso popular en las cocinas caseras de manera artesanal. Como utensilio tradicional se encuentra el calabazo de totumo, el cual sirve como recipiente para guardar líquidos y alimentos. Este tipo de utensilio lleva dos orificios, uno para llevarlo y otro para sacarle el líquido sin perder los ingredientes internos, colocados en la parte central de su interior. Este pequeño agujero se taponaba con un espiche de madera.

Otro de los utensilios muy conocidos es la totuma o totumo, el cual se obtiene al cortar el totumo en dos partes iguales, algunas vasijas se decoran con figuras grabadas en la superficie externa.

Las cocas de totumo existen para tomar agua, guarapo de caña. Y las más pequeñas sirven para tomar café, ron chirrinchi o aguardiente, en el valle del Cauca las totumas se usan hoy como recipiente para el arequipe llamado manjar blanco, en el Huila sirven para envasar el dulce de bocadillo, que en otras regiones le suelen llamar totumita. Además, se fabricaban cucharas de totumo que resultaban de fraccionar el totumo en forma longitudinal, en cuatro o seis partes iguales. Se utilizan para tomar sopa o revolver peto o sancochos.

Dadas sus características el totumo también puede ser utilizado industrialmente, a lo que Arias (2004) define:

De acuerdo con las cifras, Colombia no se beneficia de sus riquezas en materia de flora medicinal. Se calcula que de las 50 mil especies vegetales que posee, al menos un

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

10 por ciento de estas tienen propiedades medicinales. Los ingresos provenientes de estos inmensos recursos son insignificantes y su participación en la producción de los 15 mil medicamentos obtenidos por síntesis química industrial era en 1987 cercana al cero por ciento. (2004, p.56)

Además, los extractos requieren de menor tecnología en su fabricación y los costos pueden ser asumidos por el país. Las acciones terapéuticas menores coadyuvantes e inocuas, las industrializaciones de las plantas medicinales con extractos vegetales pueden abarcar una quinta parte de los consumos populares de los medicamentos de síntesis.



Figura 20. Presentación de jarabe de totumo del laboratorio labfarve.
Fuente: www.labfarve.com/, 2010.

En Colombia, el fabricante de extractos naturales labfarve, ofrece preparados de esencia de totumo de propiedades broncodilatadoras, fluidificarte del moco y expectorantes de las secreciones bronquiales.

Tabla 5 .Composición de la pulpa y la semilla de *Crescentia Cujete*.

Composición de la pulpa y la semilla de <i>Crescentia Cujete</i>			
Parámetros	Pulpa con semillas %	Pulpa %	Semilla %
proteína cruda	12,5	5,7	15,6
Grasa cruda	14,8	0,2	7,5
Cenizas	2	8,7	4,6
Fósforo	0,4	0,2	0,43
Potasio	2,3	3,2	0,7
Magnesio	0,18	0,16	0,25
Calcio	0,4	0,05	0,1

Fuente: Arboles de Centro America, 2003.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

1.11. Aporte ecológico del totumo

Arias (2004) define:

Aunque no se le considera un árbol maderable, el totumo ha presentado inmensa utilidad por la buena forma de su tronco y disposición de ramas y follaje. Su apariencia lo convierte en un árbol ornamental y con gran servicio de sombrío en los bosques, colinas, sabanas, potreros, cercados, y en patios y solares de las casas. Es también un árbol orquidario y un buen soporte de gallinero. (p.59)

Siempre la madera y las hojas secas del totumo se emplearon como leña en las cocinas campesinas, que aprovechaban la duración de la incandescencia de brazas y tizones para asar las arepas. Los rumiantes ovinos, caprinas aves de corral y cerdos comen las hojas, flores, frutos y corteza del totumo por que las encuentra gustosas y fáciles de digerir. (p.59)

Tres especies del totumo son de importancia artesanal y medicinal la *Crecentia cucurbitina*, esta especie tiene hojas aovadas y subcoriáceas y los frutos alargados lo cual la hace diferente a la cujete que posee sus frutos redondos, la especie cucurbitina es empleada por los campesinos como cucharones, se le conoce más con el nombre popular de calabazo.

1.12. Tipología de construcción de las viviendas rurales de la vereda el Cairo, Las Brisas

El conexo de la tipología de las cubiertas de la vereda el Cairo, Las Brisas, municipio de Saldaña son las tejas de barro las cuales son piezas en forma de canal; usada para cubrir exteriormente y no permitir la entrada de agua lluvia a un espacio dejándola escurrir. De igual manera se desarrollan las tejas en totumo bajo un proceso de transformación del fruto.

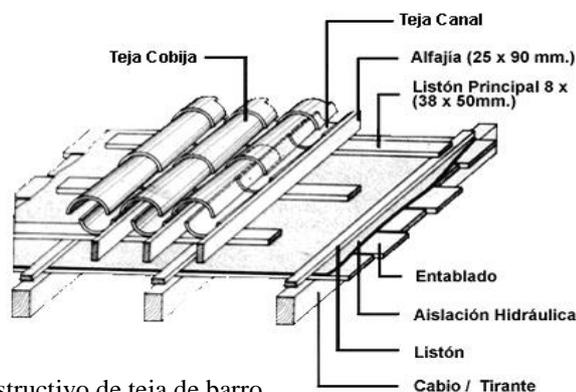


Figura 21. Detalle del sistema constructivo de teja de barro.

Fuente: <http://www.decorteja.com/>, 2015

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

Existen dos tipos de cubiertas identificadas en la vereda el Cairo las Brisas las cuales son a dos aguas y a cuatro aguas en las cuales predomina más la cubierta a cuatro aguas ya que permite una mayor altura de la vivienda y un mejor confort al interior.

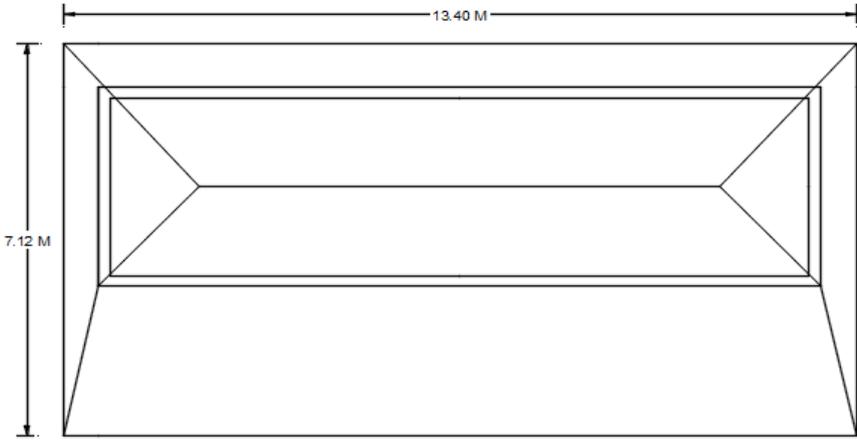
Tipología de casas en La Vereda el Cairo Las Brisas					
Casa N° 1					
Propietario:	Fermin Devia	Dia:	27/02/2016	Hora:	15:00
Area:	44.16 m ²	Altura de Muro:	2.85 m		
Perimetro:	31.62 ml	Altura Hasta Cumbre:	4.50 m		
Material de Cubierta:	Zinc				
Tipo de Cimentacion:	Bahareque Embutido	Temperatura y RH Interna:	39°C y 40.2 % RH		
Tipo de Muros:	Bahareque .20 cm	Temperatura y RH Externa:	44.4° C y 44.5 % RH		
Tipo de Cubierta:	4 Aguas				
Estructura Cubierta:	Madera				
Area de Cubierta:	95.40 M ²				
Plano:					
Fotos:					
Realizo Levantamiento de Cubiertas			Walter Ceballos Devia		

Figura 22. Estudio tipológico de las cubiertas en la vereda el Cairo las Brisas.
Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Cubierta_\(construcci%C3%B3n\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Cubierta_(construcci%C3%B3n)), 2015.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

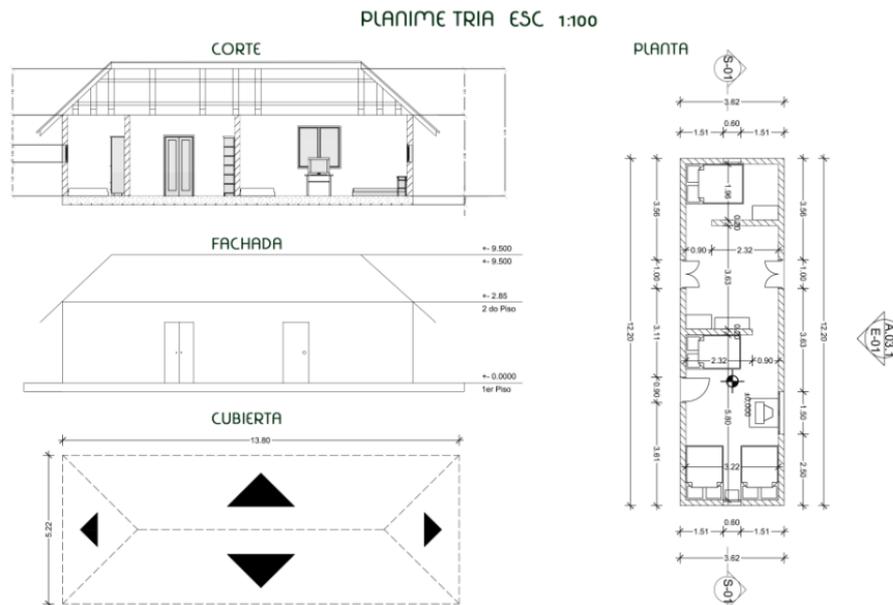


Figura 23. Planos de una de las tipologías de vivienda del Cairo las Brisas
Fuente: Propia, 2015.

Las fichas técnicas muestran información del levantamiento arquitectónico de 10 viviendas de la vereda el Cairo las Brisas, donde se analizan instalaciones predominantes de tejas en zinc, además de una tipología de cimentación en bareque embutido con un ancho de muros de 20 cm y estructura tradicional de madera vernácula, el estudio tipológico concluye que todas las viviendas de la vereda el Cairo las brisas autoconstruyen sus viviendas con materiales naturales y tejas de zinc, además poseen alturas en sus muros de 3 a 4 metros y altura a cumbre de 4 a 5 metros, con composiciones geométricas cuadradas y rectangulares, teniendo en cuenta que las áreas de servicios como el baño y la cocina están separados a las áreas de alcobas y sala, además predominan las cubiertas a 4 aguas.



Figura 24. Medición de longitud de muros exteriores de vivienda del Cairo las Brisas.
Fuente: Propia, 2016.

Aspectos Metodológicos y desarrollo del proyecto

La metodología de la investigación sobre un sistema de cubiertas a partir del totumo “Crecentia Curcubina” para la autoconstrucción de vivienda en la vereda el Cairo- Las Brisas, municipio de Saldaña, departamento del Tolima, es de tipo exploratoria con un enfoque epistemológico empírico analítico. Donde la comunidad se hace participe en torno a la exploración de un sistema de cubierta a partir del totumo para la solución de confort térmico, además de ahorrar en costos de materiales e involucrar tradición cultural de un fruto de la región tomando como base metodológica lo realizado en el taller 10x10 del Arq. Pedro Lorenzo, donde se desarrollan diferentes sistemas de construcción con base a elementos naturales de la región y así mismo involucrando a la comunidad en los talleres de transferencia de conocimiento. El enfoque de la investigación es empírico analítico ya que es mediante la verificación empírica de la percepción que el totumo brinda para la estimulación sensorial que se recibe a través de los sentidos, para formar una impresión consciente de que este fruto puede ayudar a crear un sistema de cubiertas, además de una serie de experimentos o pruebas los cuales funcionan para darle más fuerza al desarrollo del sistema de cubiertas en totumo, sirve como auto correctivo y progresivo ya que se puede desarrollar y probar en diferentes usos en elementos de la construcción por medio de experimentos y pruebas. En tanto que el método de investigación es cualitativo y gracias a los aportes de observación y las discusiones de la comunidad transferidos sobre el totumo lo cual determina que tipos de frutos se debe utilizar y qué cantidad se necesita para realizar un sistema de cubierta, generando una investigación participativa ya que combina la forma de interrelacionar la investigación y las acciones en un determinado campo.



Figura 25. Taller de exploración del material natural del totumo.
Fuente: propia, 2105.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

1.13. Tradición Cultural

Los Pijaos tribu indígena de la región, utilizaban el totumo como tenedores y cucharas para comer, vajillas para servir, cuchillos para contar, o elementos de cubrición de partes íntimas, y hoy por hoy los mismos pobladores de la vereda están haciendo estas mismas artesanías, es por ende importante rescatar la identidad de nuestros pueblos indígenas los cuales nos ayudaron a lo que hoy somos como identidad cultural.



Figura 26. Artesanías hechas con totumo

Fuente: Propia, 2016.

1.14. Desarrollo auto constructivo del sistema de cubiertas a partir del uso del totumo “Crescentia Curcubina” para vivienda en la vereda el Cairo las brisas

El proceso de Sistema de cubierta a partir del uso del totumo “Crescentia Curcubina” para vivienda en la vereda el Cairo las brisas, Municipio de Saldaña Tolima, se desarrolla por medio de todas las pruebas y experiencias realizadas al totumo, las cuales determinaron como utilizar el totumo para un sistema de cubierta.

1.15. Participación de la Comunidad al Taller de transferencia de conocimiento

La comunidad de la vereda del Cairo las Brisas juega un papel importante en el desarrollo del proyecto, ya que ellos mismos son los protagonistas en el taller de transferencia de conocimiento. Para los habitantes de esta región el fruto es un material de tradición cultural, y representa sus antepasados lo cual lo utilizaban como vasijas, cucharas o para los indígenas de la región poder tapar sus partes íntimas, a continuación, se muestra el proceso constructivo de la investigación realizada para el desarrollo del sistema de cubierta a partir del totumo.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO



Figura 27. Árbol de totumo de la especie *Crecentia Cucurbitina*.

Fuente: Propia, 2015.

1.16. Alistamiento de los materiales complementarios al sistema constructivo

Principalmente se analiza la cantidad de árboles de totumo de la especie *crecentia cucurbitina* existentes en la vereda el Cairo las brisas, donde se encuentra que consta una cantidad pequeña de árboles de esta especie, los pobladores de la vereda cuentan que anteriormente el fruto lo utilizaban bastante, justamente toda la región tenía gran cantidad árboles.



Figura 28. Transformación de la madera para la estructura de la cubierta

Fuente: Propia, 2016.

Buscar madera apropiada para toda la estructura del sistema de cubierta en totumo, esta madera servirá como durmientes, travesaños y columnas, luego se corta la guadua apropiada en luna cuarto menguante para evitar el daño del folículo del árbol por pérdida de

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

lignina y la proliferación de insectos, esta guadua servirá como esterilla y camilla para la colocación de la tierra y el amarre de las tejas en totumo.



Figura 29. Corte de guadua para esterilla

Fuente: Propia, 2016.

Luego se deja seleccionada toda la madera y la guadua el cual son elementos complementarios a todo el sistema constructivo.



Figura 30. Selección de la madera y la guadua para la estructura

Fuente: Propia, 2016.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

1.17. Selección del material y características

Obtener los frutos adecuados de la especie *crecentia curcubina* cortándolos del árbol, también en cuarto menguante, primero pidiéndole permiso al árbol por realizar el corte del fruto y segundo que sean frutos maduros para una perfecta utilización.



Figura 31. Recolección de los totumos adecuados

Fuente: Propia, 2015.

Selección apropiada de los frutos para aprovechar de la mejor manera posible el fruto, tanto en longitud como en diámetro, es decir, rendir en sus características geométricas para la modulación de la teja en totumo.



Figura 32. Selección de los frutos mejor adecuados geoméricamente para el sistema de cubierta.

Fuente: Propia, 2015.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

Marcar en los extremos del fruto para el corte dejando un diámetro considerable entre cada una de las tejas y además adquiriendo un cuerpo de teja de 20 cm de longitud



Figura 33. Marca de los extremos del fruto para cortar.

Fuente: Propia, 2015.

1.18. Transformación y preparación del material

Después del corte de los extremos del totumo se cortan por la mitad el cual debe quedar dividido en dos formando una teja cubierta y una teja canal que servirá en el sistema constructivo de cubierta en totumo



Figura 34. Corte por la mitad del fruto, logrando una teja canal y una cobija.

Fuente: Propia, 2016.

Luego se debe sacar su pulpa con un raspador adecuado, teniendo en cuenta dejar un poco de pulpa al interior de la teja para que esta brinde un cuerpo más grueso y pueda resistir el peso de una persona. El desperdicio de este fruto sirve luego como abono para la tierra así como alimento para animales bajo el análisis de un profesional especializado, además gracias a sus componentes nutricionales la pulpa sirve como expectorante para el tratamiento de problemas respiratorios.

Existen algunos frutos verdes, y las características principales de estos frutos es su maleabilidad y flexibilidad, gracias a que la cascara aún no se encuentra madura, esta

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

característica permite colocar las tejas en una formaleta el cual permitirá su maduración adecuada hasta quedar de una consistencia más fuerte, se adecua mediante un tubo de 4" pulgadas de diámetro de PVC apresando el fruto en el tubo y amarrándolo con cuerda o cáñamo luego se deja a una temperatura a la sombra ya que el sol quemaría los frutos verdes, se puede realizar otra técnica de formaleta la cual es colocar las tejas verdes sobre las tejas maduras amarrándolas con los cuerda o cáñamo y teniendo en cuenta dejarlo a la sombra.



Figura 35. Formaleta de PVC, amarrados al fruto del totumo para lograr una geometría adecuada.

Fuente: Propia, 2015.

Se desamarran las tejas de sus respectivas formaletas luego de estar consistentes y listas para colocar en la estructura gracias a que perdieron su lignina y se dejan seleccionadas listas para instalar en el sistema de cubierta en totumo.



Figura 36. Tejas de totumo secas listas para instalar

Fuente: Propia, 2016.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

1.19. Alistamiento de la cubierta

Se empieza con el alistamiento de la cubierta, construyendo las columnas en madera, las soleras y vigas las cuales van apuntilladas con puntillas de 2 ½ “y 3” pulgadas, luego se sigue con la instalación de los puntales y la viga cumbreira.



Figura 37. Instalación de la estructura en madera para el sistema constructivo

Fuente: Propia, 2016.

A continuación, se realiza la instalación de las viguetas y las correas a la estructura de la cubierta en totumo esto con el fin de que sirva como soporte a la esterilla de guadua.



Figura 38. Instalación de las viguetas a la estructura

Fuente: Propia, 2016.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

La guadua se abre en dos y luego se sigue abriendo sin desprenderla totalmente de la fibra convirtiéndola en esterilla, esta esterilla servirá como camilla a teja canal de totumo, la instalación de esta esterilla se realiza mediante apuntalamiento con puntillas 1 ½ “ ajustada a las viguetas de la estructura.



Figura 39. Abrir la guadua para esterilla e instalación de la esterilla a la estructura

Fuente: Propia, 2016.

1.20. Instalación de las tejas en totumo

Se prepara la tierra del lugar la cual es un tipo de tierra arenosa que brinda mejor consistencia al momento de la dosificación con la paja y el agua, este tipo de mezcla sirve al sistema constructivo como camilla a las tejas canal en totumo para una mejor sujeción de todos los elementos.



Figura 40. Instalación de la Composición de tierra como soporte a las tejas de totumo canal

Fuente: Propia, 2016.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

Se colocan las tejas canal encima de la composición y luego se les abre un agujero a los extremos de las tejas cubierta, dejando 8 mm en cada extremo de la misma para amarrar con amarres de alambre y sujetar todo el sistema constructivo de las cubiertas en totumo, realizando un nudo del alambre a la esterilla de la guadua.



Figura 41. Instalación de las tejas en totumo a la estructura y terminación participativa de la comunidad
Fuente: Propia, 2016.

Análisis y discusión de los resultados

Tomando como referencia la Norma Técnica colombiana 2086 la cual establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a que deben someterse las tejas de barro, se realizan las pruebas de laboratorio sobre el totumo para implementar el desarrollo del proyecto de un sistema de cubiertas para la comunidad rural de la vereda el Cairo las Brisas del municipio de Saldaña.

Cada teja en totumo debe establecer estas características: no debe presentar fisuras, roturas, grietas, expoliaciones, laminaciones, desconchados y saltados. Para determinar el traslape, hay que tener en cuenta la modulación geométrica de la teja en totumo.

El diseño debe asegurar:

- a) Un traslape longitudinal de 80 mm +- 20 mm por cada extremo de la teja, medido en dirección longitudinal.
- b) Un traslape lateral de 30 mm mínimo, medido sobre la proyección horizontal.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

1.21. Ensayo de Peso

Se pesan las tejas de totumo, con una balanza digital, teniendo en cuenta según la NTC 2086, El fabricante debe informar el número de unidades de cubiertas requeridas por m² y el peso unitario del producto respetando las condiciones geométricas y el peso unitario del producto.

En este caso existen tejas de diferente peso:

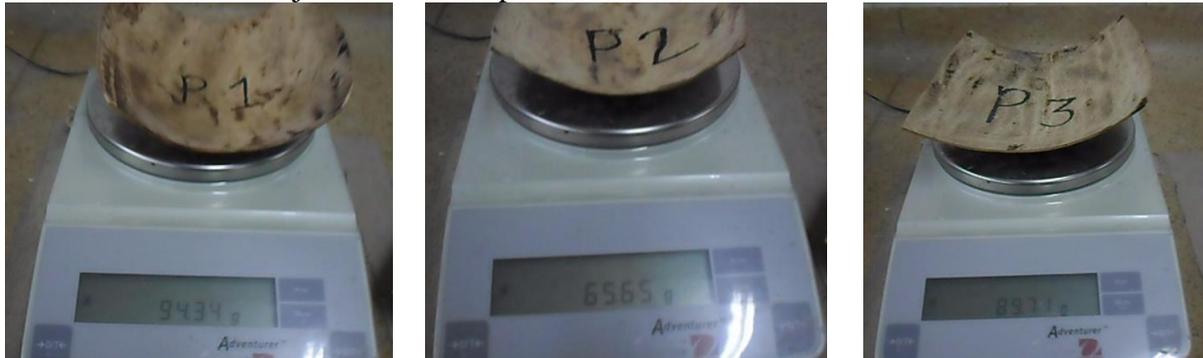


Figura 42. Ensayo de Peso de las tejas
Fuente: propia, 2016.

El totumo posee diferentes pesos sin estandarización ya que algunas tejas tienen un tratamiento o comportamiento ambiente diferente a otras, se les suele encontrar un intervalo general de peso entre 80 g a 95 g. al igual el peso de las tejas no afecta en la construcción del sistema de cubierta en totumo.

1.22. Resistencia al flexo compresión

Las tejas de totumo soportaran una carga en Kilo newton, este determina cuanto peso soporta una teja de totumo, teniendo en cuenta que la teja de totumo genera flexo compresión gracias a sus cuatro puntas, se realizan 10 ensayos con las diferentes tejas los resultados son los siguientes:



Figura 43. Prueba de resistencia de flexo compresión
Fuente: propia, 2016.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

Se determina que lo máximo en una media de las 10 pruebas realizadas de flexo compresión de una teja en totumo fue de 0.36 Kn, lo que equivale a 36.70 Kg la fórmula media de todas fue:

$$\frac{X = 0.36 \text{ Kn} \times 101.97 \text{ Kgf}}{1} = 36.70 \text{ Kg}$$

Concluyendo que la teja de totumo no soporta el peso de una persona adulta y el sistema de mantenimiento adecuado a utilizar es mediante tablas gruesas que soporten el peso total del personal de mantenimiento.

Además, se realiza la misma prueba con todo el sistema constructivo es decir sobre la madera, la guadua, la tierra y el totumo



Figura 44. Prueba de resistencia de flexo compresión con todo el sistema y elementos complementarios.
Fuente: propia, 2016.

En esta prueba el sistema de cubierta en totumo resiste más presión con 0.54 Kn lo que equivale a 55 Kg, aun así, se debe utilizar por precaución para el mantenimiento de las cubiertas tablas gruesas que soporten el peso de una persona promedio de 60 Kg a 70 Kg.

$$\frac{X = 0.54 \text{ Kn} \times 101.97 \text{ Kgf}}{1} = 55.06 \text{ Kg}$$

1.23. Provisión para amarre o sujeción

Las tejas pueden estar provistas de apoyos, perforaciones o ambos, para garantizar tanto su correcta colocación en el techo y su fijación.

Las perforaciones deben tener un diámetro de 5 mm y deben estar a 20 mm por lo menos del borde. Pueden ser individuales, pares o según las necesidades específicas de colocación en caballetes y bordes.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

Debe procurarse un alineamiento horizontal de los lomos de las tejas de caballete cuando son colocadas una sobre otra e instalarse un enchufe machihembrado o acanalado que evite el paso de agua entre ellas.

El amarre utilizado para el sistema de cubierta en totumo es el amarre en alambre galvanizado tipo Eternit.

1.24. Ensayo de termicidad

El proceso se realiza en un horno en el cual al interior se colocan los totumos a una temperatura de 70 ° C.



Figura 45. Prueba de Termicidad
Fuente: propia, 2016.

Las tres pruebas se pesan arrojando un peso, luego de 24 horas en el horno y a una temperatura constante de 70° C, el fruto pierde su lignina y su forma geométrica al pasar a una temperatura mayor a la presentada en la región, a causa de la condensación de agua lo cual puede generar inconvenientes de calidad del material, al final de la prueba se observa que una de las tejas no presenta ningún cambio ni de peso ni de alteración física, concluyendo que se debe tener en cuenta al momento de la extracción de la pulpa del fruto no quitar completamente, para tener unas propiedades más óptimas del totumo y así poder resistir altas temperaturas al exterior.

1.25. Prueba de resistencia al impacto

Las tejas, totalmente apoyadas sobre un lecho de arena soportaran el impacto sin presentar roturas ni desconchados, cuando se ensayen de acuerdo con el procedimiento.

- a) Las tejas se deben apoyar sobre un lecho de arena
- b) Desde una altura de 500 mm se debe dejar caer una esfera de acero de 100 g +- 1 g de masa

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

Esta prueba de referencia no deja ver cuánto impacto resiste el totumo o el sistema de cubiertas en totumo ya que es una prueba muy débil al impacto del totumo, con un cono dinámico se deja caer una carga puntual dinámica a 10 cm con un peso de 8 kilos generando una rotura de diámetro de 3cm, determinando que en una carga dinámica puntual el totumo es un elemento que se rompe, aunque se debe realizar otro tipo de pruebas que permitan determinar un impacto real más próximo al contexto rural de la vereda el Cairo las Brisas.



Figura 46. Prueba de impacto con cono dinámico.
Fuente: propia, 2016.

1.26. Ensayo de absorción

La absorción realizada mediante la prueba, debe ser inferior al 10 %. En el caso de las cubiertas en totumo se determina que el fruto no presenta absorción ni siquiera menor al 10%, así mismo, la norma aplica que si la absorción es superior al 10 %, se realizara el ensayo de permeabilidad comprobando que no se presentan gotas en la superficie inferior de la teja, lo cual para ventaja del totumo es totalmente impermeable gracias a sus características naturales.



Figura 47. Análisis de peso teja canal para prueba de absorción.
Fuente: Propia, 2015

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

Se realizan las pruebas a varios de los prototipos de la teja en seco para determinar su peso real sin humedad es así como vemos las diez pruebas a la misma teja determinando los siguientes pesos de la teja en totumo:

Tabla 6. Pruebas de tejas en totumo determinando el peso sin humedad.

N° de Pruebas	Peso del totumo sin humedad
1	220 g
2	220 g
3	220 g
4	219 g
5	220 g
6	220 g
7	220 g
8	219 g
9	220 g
10	220 g

Fuente: Propia, 2015.

Después se deja la teja 24 horas sumergida al agua, y se pesa nuevamente después de las 24 horas ya húmeda luego de realizar las pruebas se determinar si absorbió agua después de sumergida 24 horas.



Figura 48. Teja de totumo sumergida en agua, para luego retirar después de 24 horas.

Fuente: Propia, 2015.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

Los resultados de absorción que se realizaron a la teja después de 24 horas sumergida al agua fueron los siguientes:

Tabla 7. Pruebas de tejas en totumo determinando el peso con humedad.

N° de Pruebas	Peso del totumo sin humedad
1	222 g
2	223 g
3	222 g
4	222 g
5	221 g
6	220 g
7	220 g
8	221 g
9	222 g
10	222 g

Fuente: propia, 2015.



Figura 49. Teja de totumo pesada para determinar su absorción, después de 24 horas sumergida al agua.

Fuente: Propia, 2015.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

Se concluye que el fruto no absorbe agua ya que la humedad no es inferior al 10 % ni mayor al 10% al interior del totumo, es decir, que el totumo posee una característica excepcional al agua o la humedad ya que la corteza del totumo no absorbe ningún líquido, y por ende no es necesario realizar una prueba de impermeabilidad ya que el porcentaje de humedad fue inferior al 10 % referenciada en la NTC 2086.

1.27. Características dimensionales

La verificación de las dimensiones se efectuó mediante un metro y un calibrador el cual es un instrumento de precisión adecuado. El fruto del totumo posee diferentes geometrías circulares, ovaladas y alargadas y así mismo tiene diferentes tamaños, pero en general se utiliza de la especie *Crecentia Cucurbitina* ya que esta especie brinda unas características óptimas para que la comunidad rural de Saldaña pueda trabajar artesanalmente más fácil y por ende cubre más el área de la vivienda.



Figura 50. Medidas de uno de los frutos de totumo longitudinalmente.

Fuente: Propia, 2015.

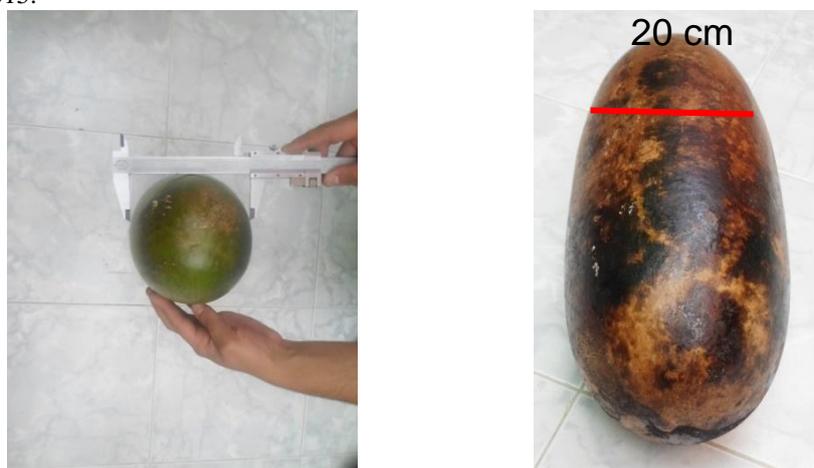


Figura 51. Medidas del ancho de uno de los frutos del totumo.

Fuente: Propia, 2015.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

Existen frutos de diferentes tamaños los excepcionales son los de 18 cm a 20 cm de ancho y de 20 cm a 28 cm de largo, pero debemos tener en cuenta que según el árbol se puede tener otras medidas de frutos.

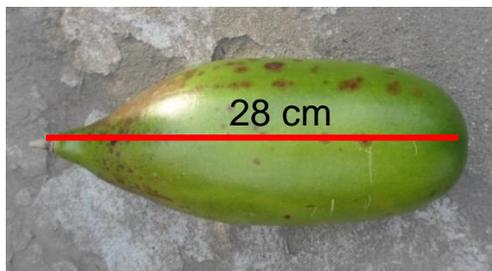


Figura 52. Medidas de uno de los frutos de totumo longitudinalmente.

Fuente: Propia, 2015.

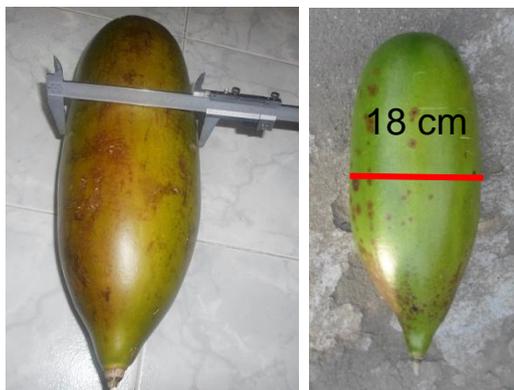


Figura 53. Medidas del ancho de uno de los frutos del totumo.

Fuente: Propia, 2015.

Los cortes extremos del totumo determinan una medida modular estándar según la especie que mayormente se encontró en la vereda el Cairo las Brisas. Los totumos de 20 cm a 28 cm de largo por 20 cm a 18 cm de ancho son los óptimos para el sistema de cubierta a partir del totumo, teniendo en cuenta que la geometría es la parte importante en el desarrollo del proyecto.

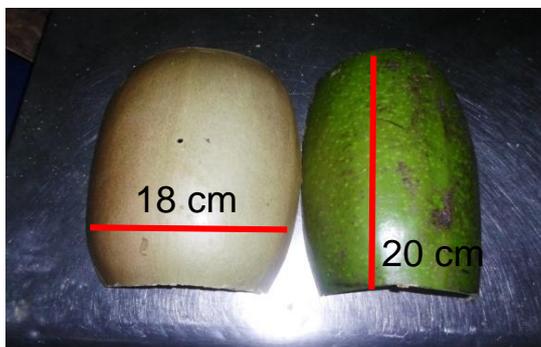


Figura 54. Medidas adecuadas para el desarrollo de una teja en totumo.

Fuente: Propia, 2015.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

1.28. Laboratorio de microbiología

Se desarrolla por medio de un microscopio a 200 x para así poder determinar el tamizaje y la composición celular de los tejidos biológicos del totumo, esto permitirá conocer más adelante a lo largo de la investigación todos los estudios microbiológicos y así conocer la importancia evolutiva del totumo y los compuestos adecuados para un mejoramiento con otro organismo.

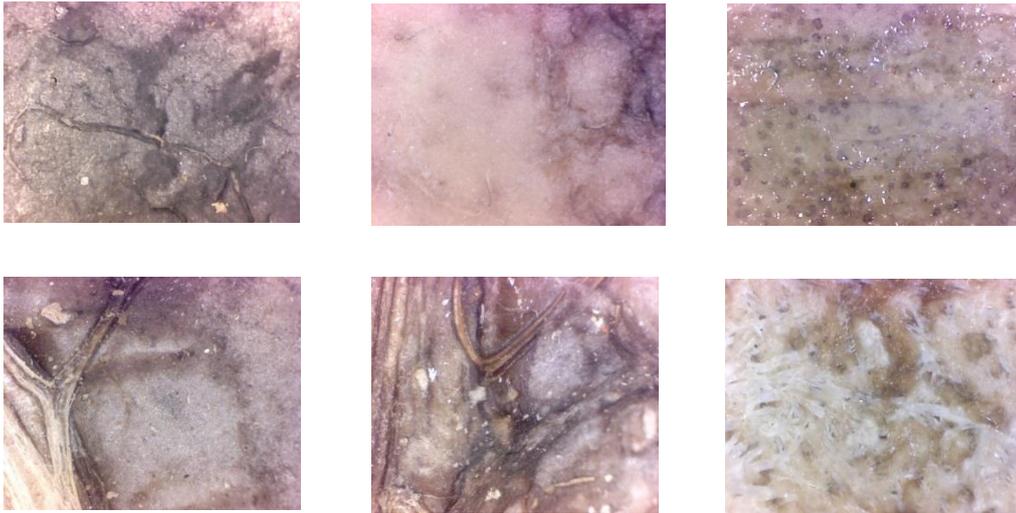


Figura 55. Prueba microbiológica del totumo.

Fuente: Propia, 2016

Gracias a esta tomografía se logra observar que el fruto del totumo no absorbe agua ya que sus células maderables no presentan los mismos vasos conductores de agua que presenta la madera en la veta, al contrario la composición de la corteza micro celular del totumo esta muchos más compactado y por ende no deja absorber ningún líquido, además el totumo posee un tejido estructural cerrado gracias a su pulpa, la cual se debe tener conocimiento al momento de extraerla.

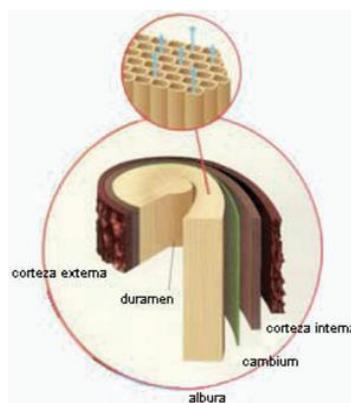


Figura 56. Composición celular de la madera con sus respectivos vasos en la veta.

Fuente: <http://www.elaparato.com/enciclopedia/m/ma/madera.htm>, 2016.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

1.29. Laboratorio de densidad

Al totumo jamás se le ha realizado una prueba de densidad, se realiza con la formula $Densidad = Masa/Volumen$, este dato nos sirve para establecer que cantidad de masa ocupa el volumen del totumo es decir la ligereza o pesadez.



Figura 57. Medición longitudinal de la teja

Fuente: Propia, 2016

El resultado de la prueba de densidad fue el siguiente:

0,036 Kg

0,17 m X 0,20 m X 0,02 m = 0,00068 m³ = 54,94 Kg/m³

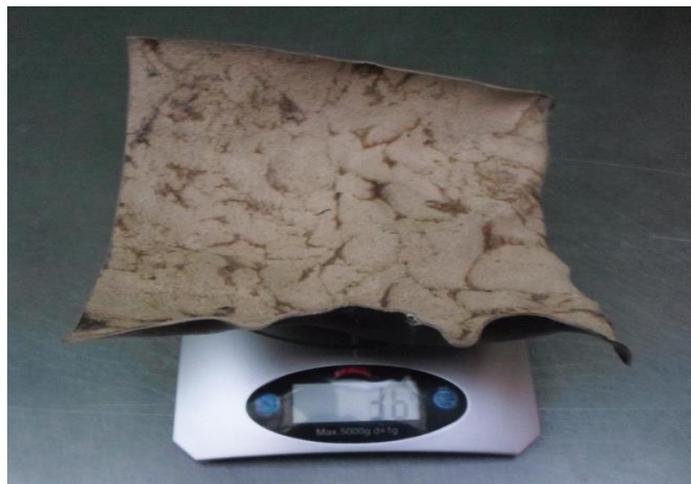


Figura 58. Peso de la teja en totumo para la masa.

Fuente: Propia, 2016

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

El totumo es un fruto ligero ya que pesa menos que el zinc con una densidad de 7140 Kg/ M3.

1.30. Laboratorio de durabilidad

Se realiza mediante la referencia del laboratorio de la universidad donde se deja en un balde con agua sulfato de magnesio el cual es una sustancia que da la similitud del exterior ambiental de la atmosfera.

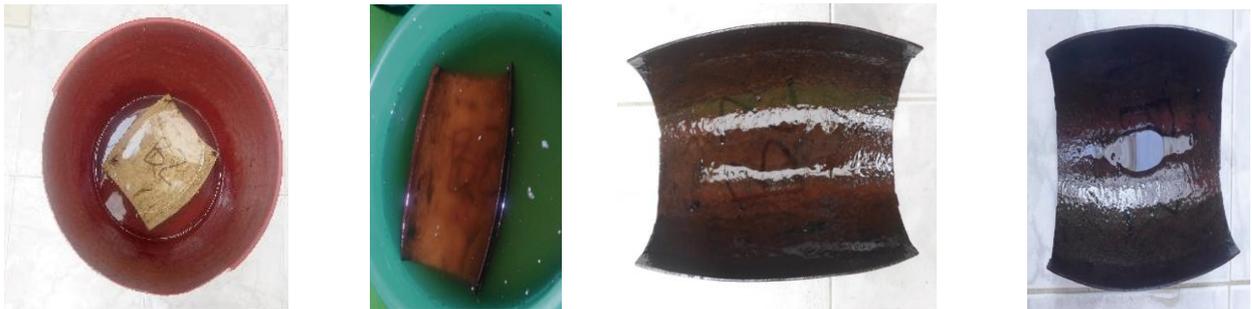


Figura 59. Muestras del laboratorio a los 15 días, mes y medio, 3 mes y 4 mes.

Fuente: Propia, 2016.

El totumo presenta cambios de color gracias al sulfato de magnesio, pero no altera ninguno de los componentes esenciales para el desarrollo del sistema de cubierta como: la impermeabilidad, la absorción, la rotura y fisura.

1.31. Prueba con termo anemómetro

La prueba con el termo anemómetro permito establecer que la teja en totumo es más confortable térmicamente al interior de la vivienda que la teja de zinc, la prueba se realizó en el horario de calor más alto de la vereda el Cairo las Brisas a las 14 horas donde se tomó la temperatura exterior, la interior del zinc y la interior de la teja en totumo.



Figura 60. Toma de la muestra al exterior y al interior de una cubierta en zinc.

Fuente: Propia, 2016.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

Los resultados de las pruebas fueron los siguientes:

Tabla 8 Toma de muestras con el termo anemómetro.

LUGAR	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA
EXTERIOR	45° C	32,60%
TEJA DE ZINC	42,5° C	39,90%
TEJA DE TOTUMO	32,8° C	58,90%

Fuente: Propia, 2016.



Figura 61. Toma de la muestra al interior de una cubierta en Totumo.

Fuente: Propia, 2016.

Conclusiones y recomendaciones

Proponer un sistema de cubierta en totumo con la comunidad por medio de un taller de transferencia de conocimiento, para la autoconstrucción de vivienda en la vereda el Cairo-Las Brisas, municipio de Saldaña, departamento del Tolima.

Las Propiedades del Totumo, de la especie *Crecentia Cucurbitina*, en el municipio de Saldaña, se estudian mediante ensayos y pruebas de laboratorio los cuales sirven para establecer que el fruto funcione para desarrollar un sistema de cubiertas en totumo.

El análisis de las cubiertas de la vereda El Cairo- Las Brisas del municipio de Saldaña. Determina una tipología e identificación de los comportamientos térmicos de las cubiertas estableciendo mejoras a partir del uso del totumo.

La modulación de la teja se brinda naturalmente gracias a sus tamaños longitudinales y de espesor ya que la especie del fruto que endémicamente se produce en la región tiene unas medidas de 20 cm de longitud por 18 cm de ancho, medidas las cuales se manejan todas iguales para la instalación de las tejas canal y las tejas cubierta, para el momento de traslapar. Estas mediciones se realizan con un calibrador y un metro.

Se determina que el totumo es impermeable naturalmente gracias a sus vasos conductores los cuales están compactados mucho más a comparación de la madera, esto se establece mediante el laboratorio de microbiología con un microscopio de 200 x es decir aumentando 200 veces el tamaño de las fibras internas del fruto, logrando detallar esta observación, por ende las fibras internas y externas del totumo no absorben ningún líquido.

La densidad y peso del totumo es menor a la densidad del zinc ya que el zinc tiene una densidad de 71,40 Kg/ m³ y el totumo obtuvo una densidad de 54,94 Kg/m³, el ensayo de densidad se realiza mediante una teja de totumo con la fórmula masa sobre ancho por largo por espesor.

La durabilidad del totumo se efectúa con sulfato de magnesio y agua dejándolo por 4 meses equivalentes a 2 años reales, este ensayo determina que el único cambio que produjo la

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

teja de totumo fue su cambio de color más oscuro y que la teja a lo largo de este tiempo no presentó ninguna rotura, fisura, grieta o saltado de su fibra.

La prueba con el termo anemómetro arroja que el sistema de cubierta en totumo es más confortable térmicamente al interior de la vivienda a comparación de la teja de zinc, ya que se realiza registros de la temperatura externa e internas tanto de la teja de zinc como de la teja en totumo determinando una temperatura externa de 45° C con una humedad de 32 %, una temperatura interna de la teja de zinc de 45,5° C con una humedad de 39%, y una temperatura de la teja en totumo de 32° C con una humedad de 58 %.

El sistema de cubierta en totumo soporta una carga de 55 Kg, la cual se ejecuta con la maquina universal de compresión, lo cual es recomendable realizar un mantenimiento a este tipo de cubiertas con unas tablas gruesas, puestas sobre las vigas estructurales, las cuales soporten el peso de una persona.

Si la temperatura constante de la región fuera a más de 70° C el fruto presentaría cambios en sus fibras naturales, los cuales pasan desde una combustión al fuego, hasta un cambio de forma de la teja.

El taller de transferencia de conocimiento, permite construir un prototipo final con la comunidad, lo cual las personas quedaron sorprendidas y agradecidas con la solución, adaptabilidad y resurgimiento del totumo para un uso constructivo de cubierta, además este prototipo permitirá un laboratorio de observaciones las cuales determinaran una discusión y conclusiones a lo largo de su uso el cual funciona como galpón de gallinas.

El desenvolvimiento y desarrollo continuo de este sistema permitirá que más adelante el totumo sirva para otros usos gracias a estas propiedades físicas ideales para su fabricación como lo es la impermeabilidad y la flexibilidad del fruto en su estado verde o sin maduración, el cual consentirá desarrollar pisos en madera de totumo y fachadas.

Bibliografía

Arias, W. (2004). El totumo, Colombia: Limusa.

Wordpress. (2011). Silvopastoreo. Colombia: Recuperado de <http://silvopastoreo.wordpress.com/2011/05/20/13/>.

Jaramillo, R. (2009). Monografías botánicas y zoológicas, Colombia: Universidad de Antioquia.

Cordero J. y Boshier DH. (2003). Arboles de Centro América, Reino Unido: Oxford Forestry Institute.

Restrepo, N. (2007). Diccionario ambiental, Colombia: Ecoediciones.

NTC 2086. (2005). Norma Técnica Colombiana 2086 la cual establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a que deben someterse las tejas cerámicas esmaltadas o no para cubiertas, obtenidas por moldeo. Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas.

Lorenzo, P. (2005). Programa un techo para vivir Tecnologías para viviendas de producción social en América Latina, España: Ediciones UPC.

Castellanos, S. y Godoy D. (2007). Guadua (Lambú). Subparámetros de producción y transformación de la guadua laminada aplicados al diseño industrial, Colombia: Ecoe Editores.

Subgerencia Cultural del Banco de la República. (2015). Teja de barro. Colombia: Recuperado de: http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/arte/teja_de_barro.

Universidad la grancolombia. (2015). VI Feria expomateriales 2015. Colombia: Recuperado de <http://www.ugc.edu.co/>.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

Decorteja. (2013). Detalle de colocación de teja colonial. Ecuador: Recuperado de <http://www.decorteja.com/backup090914/en/tips/99-detalle-de-colocacion-de-tejas-coloniales.html>.

Tejas Borja. (2015). Manual técnico de tejas de barro. España: Recuperado de http://bimetica.com/es/downloads/dl/file/id/1789/manual_tecnico_m.pdf,%202015.

Sciencedirect. (2014). Construcción de capacidad a través de la innovación del diseño con fibras vegetales para refugios temporales. Brasil: Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567114009356>.

Universidad politécnica de Cataluña. (2010). Uso de fibras vegetales procedentes de explotaciones agrícolas en la edificación sostenible. España: Recuperado de <https://mastersuniversitaris.upc.edu/aem/archivos/2008-09-tesinas-pres/18-carlos-cobrerros-rodriguez-uso-de-fibras-vegetales-en-la-edificacion-sostenible.pdf>.

Guadua bamboo. (2014). Corrugado Hojas de techo de bambú. Vietnam: Recuperado de <http://www.guaduabamboo.com/uses/corrugated-bamboo-roofing-sheets>

Arango, B. L. (10 de Mayo de 2015). Biblioteca virtual. Recuperado el 11 de Noviembre de 2015, de Biblioteca virtual: <http://www.banrepcultural.org/>

Lemoyne, A. (1945). Viajes y estancias en América del Sur, la Nueva Granada, Santiago de Cuba, Jamaica y el Istmo de Panamá, Francia: Bogotá-Centro.

Anexos

Participación del decimocuarto encuentro regional de semilleros de investigación, guardianes del entorno, como ponente en la categoría de proyecto en curso, el cual se llevó a cabo del 11 al 13 de mayo de 2016 en las instalaciones de la universidad agustiniana.



Figura 62. Banner regional nodo Bogotá.

Fuente: www.fundacionredcolsi.org, 2016.

Se realiza la participación de la sexta feria expo materiales “materiales sostenibles un recurso social”, el cual se llevó a cabo los días 13 y 14 de Noviembre en la facultad de ingeniería civil de la universidad la gran Colombia.



Figura 63. Logo de la sexta feria expo materiales.

Fuente: www.ugc.edu.co, 2015.

El desarrollo de un sistema constructivo a partir de un fruto por sus características naturales de sostenibilidad obtuvo el tercer lugar en la categoría de proyectos avanzados, alcanzando así un gran incentivo en el perfeccionamiento del proyecto.

SISTEMA DE CUBIERTA A PARTIR DEL USO DEL TOTUMO

El día 09 de noviembre de 2011 la facultad de arquitectura de la universidad la Gran Colombia delego representar el proyecto Cubiertas en Totumo en una muestra emprendedora celebrada los días 17 y 18 de noviembre de 2011.



Figura 64. Carta de invitación de la facultad de arquitectura.

Fuente: Propia, 2015.

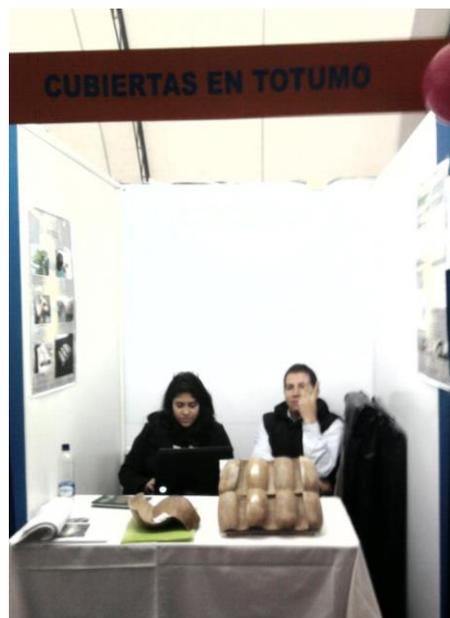


Figura 65. Representación de muestra en Stand # 04 vista frontal.

Fuente: Propia, 2015.