



Estructura En Madera de Coffea Arábica Para Construcciones en Bahareque

Caso Comunidad Amoyá La Virginia, Chaparral – Tolima

Paola Mateus Martínez 53166000

Javier Morales 1010223222

Walter Barreto

Universidad La Gran Colombia

Diciembre 5 de 2018

Notas del autor

Paola Mateus Martínez y Javier Morales, Facultad de Arquitectura, Universidad La Gran
Colombia

Contacto: javieralexander.morales@ulagrancolombia.edu.co,

dianapaola.mateus@ulagrancolombia.edu.co

Estructura En Madera De Coffea Arábica Para Construcciones En Bahareque

Tabla De Contenido

Titulo	
Resumen.....	10
Abstract.....	11
Introducción	13
Planteamiento Del Problema.....	16
Adherencia	16
Resistencia	16
Uso inadecuado de los materiales	17
Justificación	18
Objetivo General.....	19
Objetivos Específicos	19
Marco legal	20
Marco Histórico	22
Cosmovisión Del Pueblo Indígena Pijao	27
Vivienda.....	28
Marco Teórico.....	30
Identificación Y Caracterización De la madera	31
Planos De Corte a realizar en la madera C.A.....	31
Características Macroscópicas Del C.A.....	32
Características Organolépticas Del C.A.	34
Caracteres Macroscópicos En Latifoliadas.	37
Densidad de la C.A.	41
Metodología	43

Selección de la muestra.....	43
Anatomía Microscópica De La Madera C.A.	48
Identificación de partes.....	50
Plano Transversal.....	50
Plano longitudinal - tangencial	50
Plano longitudinal radial.....	51
Determinación del contenido de humedad y densidad	52
Prueba de flexión en laboratorio.....	53
Análisis y Resultados.....	62
Visita de Campo al Corregimiento de Amoyá La Virginia.	62
Recolección, Limpieza Y Secado	62
Características Macroscópicas C.A.	64
Características organolépticas del C.A.	64
Caracteres macroscópicos del C.A.	65
Características generales de la C.A.....	65
Prueba de flexión en laboratorio.....	68
Resultados Determinación del contenido de humedad y densidad.....	69
Conclusiones.....	70
Visita de Campo al Corregimiento de Amoyá La Virginia.	70
Características Macroscópicas C.A.	71
Comparación de maderas.....	71
Pruebas de Flexión.....	71
Anexos	72

Construcción De La Estructura De Madera Coffea Arábiga En Muros De Bahareque.....	72
Construcción Del Armado De Sistema Constructivo Planteado.....	72
Relación Campo-Ciudad.....	73
Materiales implementados	73
Guadua	74
Madera de Coffea.....	74
Esterilla de guadua o lata de guadua.....	75
Mortero	75
Cultivo y extracción de la madera	76
Limpieza y secado de la madera	77
Sistema constructivo	78
Referencias Bibliográficas	86

Índice De Figuras

Figura 1, Edificio de alojamiento y reunión. (Fuente, Franco 2015).....	15
Figura 2, Tolima. Comunidades con mayor presencia. (Fuente: Elaboración propia)	25
Figura 3, Cantidad de Familias por localidad en Bogotá (Fuente, elaboración propia)	25
Figura 4. Desplazamiento entre el 2003 – 2008. (Fuente, elaboración propia)	26
Figura 5. Cabildo Indígena (Fuente, Elaboración propia)	27
Figura 6, Planos de corte de una madera (Fuente, Libro anatomía e identificación de madera, Vásquez y Ramírez, 2011, p. 8).....	32
Figura 7. Madera con grano entrecruzado: (A) Rajada y (B) Aserrada.....	36
Figura 8. Elementos anatómicos de una latifoliada	37
Figura 9. Características que delimitan los anillos de crecimiento en latifoliadas: (A)	39
Figura 10 Poros Arracimados o agrupados Libro anatomía e identificación de maderas (Fuente, Libro anatomía e identificación de maderas, Vásquez y Ramírez, 2011, p. 21)	40
Figura 11 Orientación de poros en bandas tangenciales Libro anatomía e identificación de maderas (Fuente, Libro anatomía e identificación de maderas, Vásquez y Ramírez, 2011, p. 21)	40
Figura 12. Distribución de poros. Libro anatomía e identificación de maderas (Fuente, Libro anatomía e identificación de maderas, Vásquez y Ramírez, 2011, p. 22)	41
Figura 13. Densidad de las maderas (Fuente, Elaboración propia)	42
Figura 14. Zoqueado del C.A. (Fuente, Elaboración propia).....	44
Figura 15. Recolección del C.A. (Fuente, Elaboración propia).....	45
Figura 16. Resultado de la limpieza del C.A. (Fuente, Elaboración propia)	46
Figura 17. Secado de la C.A con soplete (Fuente, Elaboración propia)	47

Figura 18. Secado de la C.A con soplete (Fuente, Elaboración propia)	48
Figura 19 Higrómetro (Fuente, Elaboración propia)	49
Figura 20. Plano transversal (Fuente, Elaboración propia).....	50
Figura 21. Plano longitudinal - tangencial (Fuente, Elaboración propia).....	50
Figura 22 Otro perfil. (Fuente, Elaboración propia)	51
Figura 23. Plano longitudinal – radial (Fuente, Elaboración propia)	51
Figura 24. Probeta con porcentaje de humedad bajo (Fuente, Elaboración propia)	52
Figura 25. Recipiente con 500 MI (Fuente, Elaboración propia)	53
Figura 26. Peso de la muestra (Fuente, Elaboración propia)	53
Figura 27. Máquina de Flexión (Fuente, Elaboración propia).....	54
Figura 28. Ubicación de la probeta e inicio de ensayo (Fuente, Elaboración propia)	54
Figura 29. Ensayo segunda probeta (Fuente, Elaboración propia)	55
Figura 30. Ensayo segunda probeta (Fuente, Elaboración propia)	55
Figura 31. Prueba de flexión tercera probeta (Fuente, Elaboración propia).....	56
Figura 32. La madera de la C.A. luego de la probeta 1 (Fuente, Elaboración propia)	56
Figura 33. La madera de la C.A. luego de la probeta 2 (Fuente, Elaboración propia)	57
Figura 34. La madera de la C.A. luego de la probeta 3 (Fuente, Elaboración propia)	57
Figura 35. Resultados por la máquina de flexión (Fuente, Elaboración propia)	58
Figura 36. Resultados por la máquina de flexión segunda probeta (Fuente, Elaboración propia)	59
Figura 37. Resultados por la máquina de flexión tercera probeta (Fuente, Elaboración propia)	60
Figura 38. Visita a la comunidad (Fuente, elaboración propia).....	62
Figura 39. Parte muerta del tronco (Fuente, Elaboración propia).....	63
Figura 40. Parte muerta del tronco (Fuente, Elaboración propia).....	63

Figura 41 Madera muestra contracción de sus filamentos (Fuente, Elaboración propia).....	64
Figura 42 Foto sección transversal del C.A. (Fuente: Elaboración propia).....	67
Figura 43. Foto microscópica de madera C.A. latifolia (Fuente, elaboración propia)	68
Figura 44. Flexión de la C.A. (Fuente, Elaboración propia).....	69
Figura 45. Ubicación en el mapa de la región (Fuente, plan de salvaguarda étnica del pueblo pijao, p.8.....	73
Figura 46. Guadua (Elaboración Propia)	74
Figura 47. Materia prima subproducto C.A. (Fuente, Elaboración propia).....	75
Figura 48. Cultivos del café (Fuente, Elaboración propia).....	76
Figura 49. Recolección del grano de café 5 - 6 años (Fuente, Elaboración propia)	76
Figura 50. Zoqueo del C.A. (Fuente, Elaboración propia)	77
Figura 51. Limpieza C.A. (Fuente, Elaboración propia)	77
Figura 52, Secado C.A. (Fuente, Elaboración propia	78
Figura 53. Elaboración de paneles (Fuente, Elaboración propia).....	79
Figura 54. Diámetro de 10 cm de la guadua (Fuente, Elaboración propia)	79
Figura 55. Diámetro mayor de 12cm de la guadua (Fuente, Elaboración propia).....	80
Figura 56. Panel ciego (Fuente, Elaboración propia)	80
Figura 57. Panel Con ventanas (Fuente, Elaboración propia)	81
Figura 58. Panel Con puerta (Fuente, Elaboración propia)	82
Figura 59. Pies derechos y soleras en guadua (Fuente, Elaboración propia).....	82
Figura 60. Travesaños (Fuente, Elaboración propia).....	83
Figura 61. Recubrimiento del Mortero (Fuente, Elaboración propia)	83
Figura 62. Humedecer Sistema (Fuente, Elaboración propia).....	84

Figura 63 Primera capa (Fuente, Elaboración propia)	84
Figura 64. Segunda Capa (Fuente, Elaboración propia)	85

Índice de Tablas

Tabla 1	52
Tabla 2	58
Tabla 3	59
Tabla 4	60
Tabla 5	61
Tabla 6	69
Tabla 7	70
Tabla 8	70

Resumen

Se realiza una visita a la comunidad indígena Pijao Amoya la Virginia, Municipio de Chaparral (Tolima), se evidencia la importancia tener la técnica adecuada en las construcciones en bahareque que se puedan llevar a cabo para esta comunidad, ya que se evidencia lesiones en las edificaciones existentes del sector, adicionalmente por parte de los indígenas Pijaos es reiterativo mantener sus tradiciones y conocimientos constructivos donde se lleva a cabo los espacios que utilizan, sin generar un impacto ambiental ya que es importante el vínculo que se tiene con la naturaleza, a quien consideran su madre.

Es por este motivo que se busca utilizar los materiales naturales que se encuentran en el lugar, teniendo en cuenta que una de las actividades principales de la comunidad Pijao es la caficultura, se inicia una investigación con la madera que produce el café, buscando implementarla en las edificaciones con bahareque, las cuales son construcciones cotidianas y tradicionales por muchas comunidades nativas; sin embargo, se encuentra que las viviendas actuales de la zona presentan lesiones en su estructura y falta de adherencia en el recubrimiento de los muros generando deterioro en un menor tiempo.

De acuerdo con los estudios y los análisis que se realizaran en esta investigación buscaremos implementar la madera *coffea arábica*, en un entramado que permita mejorar su adherencia, utilizando este material que es de fácil acceso; y que de acuerdo con los ensayos y análisis realizados se observa que es una madera altamente resistente, fácil de utilizar y su forma en las ramificaciones nos permite tener una mejor estructura.

Con los ensayos y análisis de las muestras tomadas de coffea arábica, se obtuvieron resultados positivos que permitirán utilizarse en los muros de bahareque, los cuales serán útiles y una nueva alternativa que podrá implementar la comunidad pijao en sus construcciones.

Teniendo la certeza que la madera coffea es apta para este tipo de muros, se realiza un prototipo donde se explica el proceso de cómo utilizarla y asimismo el desarrollo del entramado dónde se usará también la caña brava (*chusquea sp*), que también se encuentra en la región para ser implementada en el tipo de entramado que se requiere para usar en el bahareque.

Palabras Clave: madera del café, construcciones en bahareque, caña brava, comunidad indígena, estructuras en madera.

Abstract

A visit is made to the native community of Pijao Amoya la Virginia, Municipality of chaparral (Tolima), it is evident the importance of the adequate technique in the constructions in the bahareque that can be carried out of this community, you have evidenced the injures in the existing buildings in the sector, additionally in the part of the native pijaos, it is reiterative to maintain the traditions and constructive knowledge where a cape is used for the spaces that are used, it must have an environmental impact and the link is important that you have with nature, whom your mother considers.

It is the reason why it seeks to use the natural materials found in the place, taking into account the main activities of the community. Pijao is the cause, an investigation with the wood that produces coffee is started, seeking to implement it in buildings with bahareque, which are

everyday and traditional constructions by many native communities however it is found that the current houses of the area presented in their structure and lack of adherence in the coating of the walls generating in a shorter time.

According to the studies and the analysis that will be carried out in this research, we will seek to implement the Arabica wood in a framework that allows to improve its adherence using this material that is easily accessible. What allows us to have a better structure.

With the tests and the analysis of the samples of Arabica Coffee, the results were obtained the results were obtained and the results were obtained in the social network.

Having the certainty that wood coffee is suitable for this type of walls a prototype is made where the process of how to use it and the development of the framework where the Cañabrava (*Chusquea Sp*) is used which is also found in the sector to implemented in the type of framework that is required to be used in the bahareque.

Keywords: Coffe wood, Bahareque buildings, caña brava, native community, wood structures.

Introducción

Se realizó una visita al corregimiento de Amoyá la Virginia, donde se evidencia una documentación sobre los indígenas Pijaos, los cuales vimos que a través del tiempo se han visto afectados desde la colonización por el desplazamiento de sus territorios, forzándolos a asentarse en las partes urbanas del país, sin embargo, ante el desarraigo cultural y tradicional, estos buscan recuperar sus costumbres por medio de sus familias y el legado que aún perdura en algunos de sus ancestros permitiéndoles transmitir las enseñanzas dentro de su comunidad.

Encontramos que en este corregimiento, hay viviendas en bahareque con algunas lesiones, por lo que surge la necesidad de que se tenga un conocimiento básico de cómo implementar los materiales en este tipo de construcciones, para la duración y conservación de los espacios donde permanecerán.

Adicionalmente se realizó una observación de otras maderas que se encontraron en la zona como lo es la caña brava y la guadua, esta última cuenta con una gran acogida en nuestro país implementándose en varias construcciones en diferentes sectores, debido a su rápido crecimiento y su contribución con el medio ambiente por ser auto-sostenible; actualmente reconocida en Colombia, como *Guadua angustifolia*, donde es pionera en el uso de estructuras y el desarrollo de tecnologías constructivas, con alturas de 30 metros de altura y diámetros de hasta 22 cm. aproximadamente, con una alta relación entre la resistencia y el peso.

Buscamos alternativas que se puedan implementar en las construcciones tradicionales de los indígenas Pijaos, en los espacios que se construirán permitiéndoles llevar a cabo sus actividades tradicionales y culturales, además que esta comunidad busca ser reconocidos como resguardo, por tal razón queremos mostrarles una manera de idónea y alternativa para construir sus edificaciones, donde se utilicen las materias primas que tienen a la mano, como la tierra,

palmas y maderas del lugar; para ejecutar adecuadamente sus espacios y que tengan relación con las tradiciones, teniendo en cuenta que este tipo de construcciones artesanales por lo general se realizan mediante la minga, permitiéndoles el apropiamiento como comunidad Pijao.

Por lo anterior y en con el fin de potencializar al máximo los materiales con los que cuentan se investigó la madera *coffea arábica*, para implementarla en los muros de bahareque como alternativa, por la amplia materia prima que se tiene después de la recolección del café.

Actualmente la arquitectura se encamina a contribuir con el medio ambiente, por esto su búsqueda está enfocada a la utilización de materiales reutilizables y ecológicos que generen el menor impacto ambiental, actualmente varios países están estudiando y mejorando las técnicas constructivas tradicionales, para reactivar nuevamente este tipo de edificaciones que son amigables con el medio ambiente, como lo pretende en la actualidad la comunidad indígena Pijao de Amoyá.

Por estos motivos es importante resaltar que las construcciones en tierra están cogiendo una acogida importante, no solo América latina está implementando este tipo de construcciones, sino también países europeos están apostando a construir con tierra o madera (guadua, BTC, adobe o tapial). Un ejemplo de esto son el equipo de Herzog & Meuron, quienes deciden iniciar un proyecto en Suiza, donde modifican la forma de una construcción típica y usan materiales de la zona como arcilla, marga y otros.

Otro país que incursiona en el uso de materiales ecológicos es México, en Guadalajara los arquitectos del Colectivo BMA en Barranca de Huentitán (Franco, s.f., 2015) vea (figura 1) realizan una estructura en hormigón, muros en caña entretejida y barro (bahareque), donde se contó con la participación de voluntariado lo que hace que se fortalezcan los vínculos de la comunidad.

Esto da ejemplo a lo que se busca generar con este proyecto en la comunidad que se estuvo conociendo. Construir a través de la minga, con la participación de niños, jóvenes y adultos, permitiendo la apropiación de sus espacios y el reconocimiento de estos dentro de los Pijaos como parte de su cultura.



[Figura 1. Edificio de alojamiento y reunión. \(Fuente, Franco 2015\)](#)

Es por esto que viendo el subproducto que se tiene a partir de la caficultura, actividad económica que desarrolla la comunidad Pijao, se desea contribuir por medio de análisis y resultados cuantitativos y cualitativos que permitan generar una propuesta de mejoramiento en la construcción en bahareque, con un material alternativo.

Planteamiento Del Problema

Como se ha venido mencionando, en la visita realizada al corregimiento de Amoyá la Virginia (Chaparral- Tolima), se encontraron algunas problemáticas en las construcciones con bahareque, hay lesiones que se presentan en la adherencia de la tierra de los materiales utilizados, evidenciándose el desprendimiento de la mezcla y grietas; lo que hace que genere un deterioro en las edificaciones y el uso inadecuado de los materiales, el paso del tiempo y la falta de mantenimiento por parte de la comunidad en este tipo de construcciones artesanales, conducen a que la construcción no sea óptima, deteriorando los materiales utilizados en este tipo de edificaciones.

Para desglosar con mucha más precisión cuáles son las problemáticas principales de realizar esta investigación. A continuación, se describen una a una.

Adherencia

Se evidencia en las construcciones un desprendimiento de la mezcla, grietas y huecos, donde se puede deducir que la mezcla de la tierra no es la adecuada, por lo que se harán estudios para ver los componentes de la tierra y como se puede mejorar para que su mezcla sea propicia para este tipo de construcciones.

Resistencia

En las construcciones localizadas en la zona, se observó que el material presenta lesiones, por lo que hace que estas viviendas pierdan su resistencia y eficiencia, es por eso que por medio de diferentes análisis que efectuaremos en la madera C.A. buscaremos lograr un entramado

resistente que se utilice en el bahareque, haciendo uso de un recurso de fácil acceso por ser una zona cafetera.

Uso inadecuado de los materiales

Y por último, una problemática más superficial, y que tiene que ver más con las costumbres del lugar visitado. Las construcciones en bahareque, son construcciones artesanales y manuales, donde se utilizan usualmente materiales de la región; este tipo de construcciones son originarias de los pueblos nativos en América latina, es por esto que la Comunidad Pijao de Amoyá quiere seguir realizando este tipo de construcciones que son amigables con el medio ambiente, sin embargo, la inadecuada forma de construir, no permite su durabilidad y resistencia a la adherencia; es por esto que se implementará una construcción en conjunto con personas especializadas en el desarrollo de la misma donde se interactúe además a través de la minga; ya que se encuentra un uso inadecuado en las construcciones existentes lo que hace que su deterioro sea más rápido.

Por lo anterior y de acuerdo con lo visto en la zona, se busca dar una respuesta a la comunidad en construcciones adecuadas en bahareque, de manera resistente y conservando los materiales; utilizando las maderas de la zona, ya que se observó que uno de sus ingresos económicos es la caficultura y una materia prima que se puede aprovechar es la madera que produce el fruto de café, el cual no tiene ningún uso en la actualidad, preguntándonos si la madera del arbusto del café será óptima para obtener una adherencia adecuada en el uso del bahareque.

Justificación

Encontramos que en el corregimiento de Amoyá la Virginia existe lesiones en las construcciones en Bahareque, ya que las viviendas de la zona presentan deterioro, ruptura y desprendimiento de los materiales, debido al uso inequívoco en las maderas y por no tener un tejido o entramado en su estructura.

Por este motivo, se buscó identificar los materiales que se encuentran en este lugar y se evidencia que los indígenas Pijaos, dentro de sus actividades económicas se dedican a la caficultura, donde después de la recolección del fruto del café, la madera se desecha, convirtiéndose en combustible o dejándose descomponer orgánicamente; por esto se pretende dar un uso a esta materia prima, para implementarla en las construcciones tradicionales (bahareque), que ayuden a mejorar su entramado para los muros en la edificación. Habiendo dicho lo anterior, se establecen diferentes acciones para proceder con el proyecto, en la mejora de la resistencia y adherencia del bahareque en los muros y con una implementación manual de la construcción.

Según lo anterior se ha establecido una serie de hipótesis, la primera de ellas es implementar con madera *coffea arábica* que en adelante se llamará (C.A.), caña brava o lata de guadua, la cual mejorará los muros en bahareque con respecto a su resistencia, teniendo en cuenta que la forma y textura de la misma dará una mejor adherencia con la mezcla y de esta forma conlleva a una mejora notable en el muro.

La segunda hipótesis consiste que mediante una comparación que se realizará a la madera C.A. se implementaran los tejidos que permitirán una construcción, más eficiente y será de fácil maniobrabilidad, permitiendo que este tipo de construcción se realice mediante unos parámetros técnicos y funcionales. Lo anterior debido a algunas lesiones encontradas dentro de las edificaciones ya existentes.

Objetivo General

Determinar si la madera *coffea arabiga* es adecuada para utilizar en las construcciones en bahareque, así darle uso a los materiales que se hallan en la zona de Amoya la Virginia, mejorando las técnicas constructivas.

Objetivos Específicos

- Efectuar ensayos de flexión estática a la madera C.A., que nos permitan ver su resistencia y elasticidad.
- Realizar una caracterización anatómica de la madera C.A. determinando sus características físicas externas e internas.
- Análisis de la humedad de la madera C.A., para determinar su densidad.

Marco legal

Actualmente Colombia cuenta con algunas normativas para construcciones en materiales naturales, cuenta con la reglamentación según la NSR-10 con el bahareque en cementado y las edificaciones en madera y guadua. Para el primero contribuye la asociación colombiana de ingeniería sísmica, quien implementa un manual con este tipo de construcción junto con la madera de guadua, donde este tipo de estructura tiene en sus muros en un esqueleto de guadua o madera, cubiertos con un revoque de mortero o cemento, que se puede apoyar con esterilla de guadua, malla de alambre y una combinación de ambos materiales y entre estos se pueden encontrar muros estructurales arriostrados, muros estructurales no arriostrados o muros no estructurales. Farbiarz, Mogollón y Prieto (2001)

Así mismo el título G de la NSR-10, específica sobre las estructuras de madera y guadua, donde se establecen los requisitos de diseño para cualquier edificación realizada en madera y que permita niveles de seguridad comparados con otras edificaciones que se cumplan dentro del reglamento.

Es de anotar que actualmente no hay un reglamento de sismo-resistencia que se utilice para las construcciones netamente vernáculas a excepción de la guadua y el bahareque en cementado, teniendo en cuenta que estos se encuentran implementados para viviendas de 1 y 2 pisos de acuerdo al reglamento de construcción colombiano sismo resistente NSR – 10, en su título E y G; donde nos muestran especificaciones para que las viviendas funcionen de manera adecuada ante cargas verticales y horizontales mitigando el riesgo ante un sismo; sin embargo este tipo de muros que recomienda la norma contienen concreto ya que como su nombre lo indica es bahareque encementado, lo cual queremos evitar en nuestro estudio teniendo en cuenta que es un material que genera un impacto ambiental y que lo que se busca es la utilización de

materiales orgánicos, como actualmente muchos países están explorando mejorar las técnicas en este tipo de construcciones tradicionales evitando así el uso del concreto.

Marco Histórico

Se tomó como referencia las viviendas ya localizadas en el municipio de Chaparral Tolima, donde se realizó una visita a la zona y se contempla que las edificaciones que se quieren desarrollar son para una población específica en el corregimiento de Amoyá la Virginia, donde residen los indígenas Pijaos, se deben desarrollar manteniendo sus costumbres, tradiciones y vivencias las cuales se han perdido desde la colonización.

Por lo anterior hablaremos un poco de la historia de la comunidad la cual se consultó para poder conocer una parte de sus tradiciones y costumbres; por esto en lo que averiguamos encontramos que a los nativos se les llamo de diferente maneras Pijao, Pixao, Pyjaos y Pinaos, donde según documentación histórica, el tercero se usó por Fray Pedro de Aguado (B1,I,133) y al último los españoles le cambian la “N” por la “J” debido al miembro viril del pijao, debido a que andaban desnudos y quedaron nombrados Pijaos como actualmente se conocen (Salmoral, 1963). Estas poblaciones nativas solían vivir aislados en pequeños clanes que eran dominados por el cacique quien era el mejor guerrero del Clan, los cuales combatían entre sí o con otras tribus y al ser antropófagos al momento de las batallas el ganador dominaba al otro clan comiéndose a la persona que caía en batalla.

Para los nativos es muy importante los mohanes, Oliveros y Esperanza (2000) afirmaron que los mohanes eran “quienes tenían la función de guiar el mundo espiritual pijao, además de tener poderes mediadores en lo familiar, comunitario, social, económico y militar. Los Mohanes combinaron sus conocimientos de saberes tradicionales y rituales, y sus contactos trascendentes, con poderes militares para la búsqueda del equilibrio” (Citado en art. Ministerio de cultura, p. 5).
(s.f)

Sobre los 1550 los españoles buscaron conquistar el territorio, con imposiciones y diferentes formas de concebirlo, pasando de los cacicazgos a parcelas, los mohanes pasaron a simbolizar la figura de virreyes, así mismo los españoles generaron estrategias para el exterminio de los nativos, con la quema de los cultivos para que murieran de hambre, por lo que la población empezó a disminuir (Art. Ministerio de interior, p. 27), como consecuencia trae la ruptura de linajes, lazos consanguíneos y culturales; se les esclavizó para trabajar en minas y se dio un sometimiento espiritual cambiando sus creencias e instaurando el catolicismo; debilitando las raíces de este pueblo nativo quien perdió tradiciones, lengua e identidad. Debido a las varias acciones militares por parte de los españoles, según Simón (1982) quien afirmó que hubo pérdidas de 400 españoles y 40.000 indígenas, por lo que los con lleva a tener tácticas más audaces que les permitan defenderse (Citado en art. Ministerio de interior, p. 31). (s.f).

En estas batallas una pérdida importante fue del guerrero y representante Cacique Calarcá quien falleció por las heridas de guerra y que en la actualidad es un símbolo en las nuevas generaciones de resistencia y lucha; a finales de 1573 durante la rebelión y el dominio español se encontraron otros caciques destacados como fueron: Yuldama, de los herbes, y Ondama de los gualíe, no obstante, al ser estas tierras tan ricas en oro, la represión española fue inmediata y arrasadora.

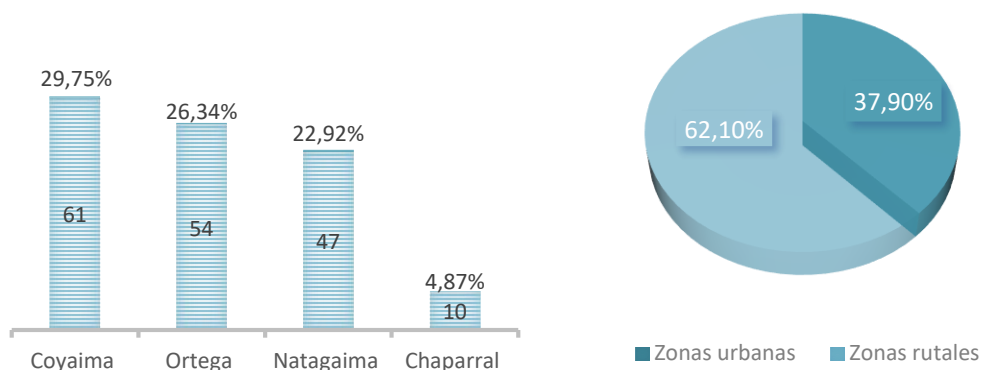
Oliveros (2000) afirmó que con la llegada de los españoles, los curas se fijan en el poder de los mohanes y realizan una cohesión social, persiguiéndolos y exterminándolos, junto con sus tradiciones donde antes de ser bautizados se refugiaron en fuentes de agua salada lugares de habitación de “los gigantes del origen” y se convirtieron en espíritus protectores de las aguas, por esto los hombres Pijaos piden favores en la pesca y las mujeres que sus hijas vírgenes no sean encantados (Citado en art. Ministerio de Cultura, p. 5). (s.f)

Después de este periodo una de las luchas representativas fue por Quintin Lame quien logra el reconocimiento de los cabildos de Ortega y Chaparral, amparado bajo la ley del 89 de 1890, motivando a los indígenas del Tolima a despertar la tradición y cultura en defensa de sus derechos.

Los Pijaos no solo sufren la colonización, sino que en los años 40 debido a la violencia se inicia el desplazamiento más fuerte en la región del Tolima, la cual afecta a indígenas y campesinos; llevando a muchos aborígenes a desplazarse al casco urbano por causa de las guerrillas, el cultivo de amapola y la producción de coca; por lo que los grupos al margen de la ley se apropian de esta región; como lo fue las FARC (Comando Conjunto Central Adán Izquierdo) y las AUC, generando la guerra agraria a inicios del siglo XX, la aparición del partido comunista y la consolidación de las autodefensas campesinas.

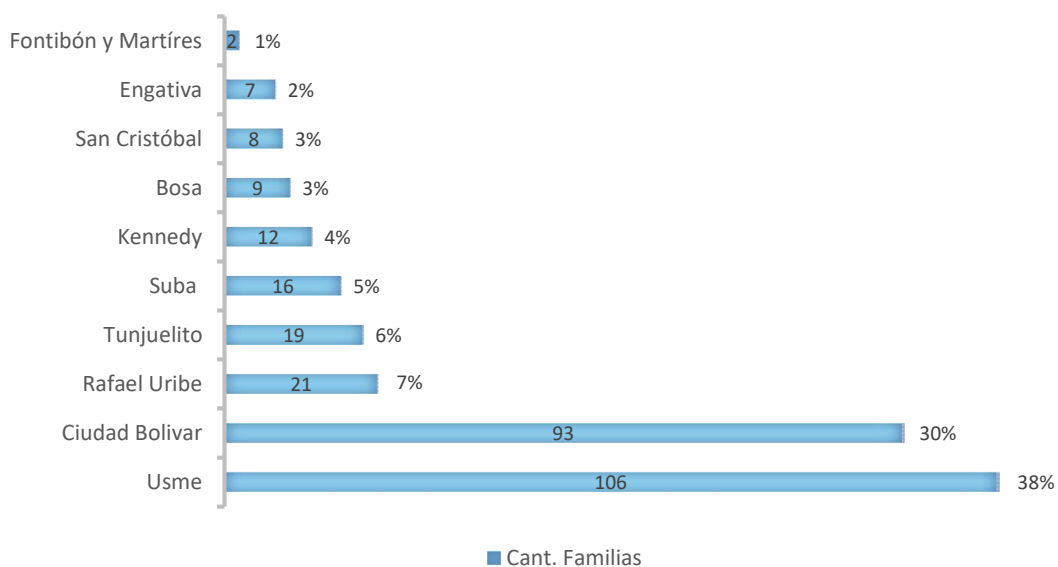
Todas estas causas hicieron que los pueblos nativos perdieran sus raíces, costumbres y cultura, llevándolos forzadamente a adquirir nuevas creencias y nuevas prácticas, debido al desplazamiento forzado, generando asentamientos Urbanos en Bogotá provenientes del Sur de la comunidad pijao y esta oscila entre el 21,43% según el censo de 2005, logrando el 9 de noviembre de 2005 legalización por parte del ministerio del interior (Art. Ministerio de cultura, p. 2). (s.f).

Ya en la actualidad se encuentran unos datos sobre las comunidades indígenas Pijaos que queremos mostrar:



[Figura 2, Tolima. Comunidades con mayor presencia. \(Fuente: Elaboración propia\)](#)

En el 2006 se encuentra una composición por 295 familias y 1.163 personas distribuidas en las diferentes localidades, las localidades que no registran porque no hay familias censadas.



[Figura 3, Cantidad de Familias por localidad en Bogotá \(Fuente, elaboración propia\)](#)

Por otra parte, otra de sus afectaciones como comunidad indígena son los proyectos económicos como la represa hídrica “proyecto triangulo del sur del Tolima” (que busca llevar

agua del río Saldaña al embalse de Chenche, inundando terrenos reclamados por el resguardo de Ortega y Chaparral), también han generado desplazamiento Pijao.



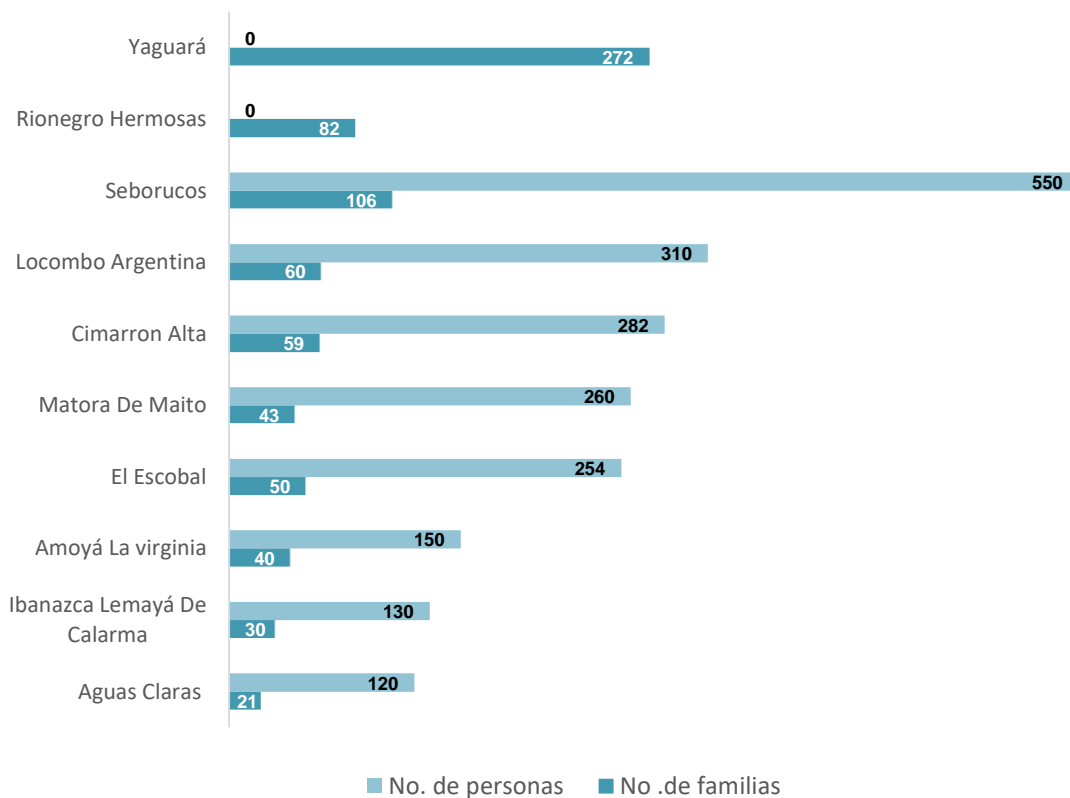
Figura 4. Desplazamiento entre el 2003 – 2008. (Fuente, elaboración propia)

Dicho grupo también fue objeto de medidas cautelares por parte de la Corte Interamericana de Derechos Humanos.

Si bien en este caso, como en el de la comunidad Embera, varias causas confluyen para el desplazamiento, la pobreza hasta el punto que ACNUR reporta la muerte de indígenas a causa del hambre y la desnutrición y la no presencia del Estado en dichos territorios constituye el principal motivo para abandonar sus tierras. (Lopez, Hurtado y Vargas, 2010, p. 62)

En el municipio de Chaparral hacen presencia 10 comunidades indígenas Pijao, la totalidad de población indígena es de 2.206, correspondiente al 4,68% de la población total del municipio; está se encuentra dispersa y se ubican principalmente en las zonas rurales del municipio y en la zona del Cañón de las Hermosas. (Art. Ministerio de interior, p. 154). (s.f)

Cabildo indígena



[Figura 5. Cabildo Indígena \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Cosmovisión Del Pueblo Indígena Pijao

La cosmovisión o visión sobrenatural indígena del pueblo Pijao está estructurada en las cuatro capas del mundo, están distribuidas de la siguiente manera:

La primera es la del agua salada habitada por los gigantes de origen y por el canto de los amantes, de allí surgió el cosmos y allí volverá eventualmente. La segunda capa es la del agua dulce, allí habitan el poira, el coco, la madre de agua, los mohanes y las mohanas. En estas se realizan rituales para la conexión del mundo indígena con el espiritual, donde se equilibran con el frío y el calor, concepto de la enfermedad y la salud.

La tercera capa seca es donde vivimos y está sostenida por dos vigas de oro. La cuarta y última capa es la de la luz, allí reina el sol, las estrellas, el arco iris y el trueno. Estas capas interactúan constantemente influyendo de forma positiva y negativa en los individuos. Según la mitología actual los Pijao contemporáneos son los que se quedaron en sus tierras a la llegada de los españoles, afrontando la pérdida de su cultura y de su territorio.

Sin embargo, el Mohán y la serpiente de Natagaima fueron conjurados en piedras con alma de indio, esta piedra luego se agrieto y dejó brotar los espíritus indígenas que se reunieron de nuevo para recordar la historia y de allí surgieron de nuevo los mitos antiguos. (Art. Ministerio de Interior, p. 39) (s.f)

Vivienda

Esta se da a modo de información general sobre la comunidad de los pijaos.

Bibliografía y documentación afirman que los Pijaos no tenían grandes poblados, haciendo sus moradas alejadas unas de otras, aunque en casos muy aislados se presentan ejemplos de vivienda nucleada.

La habitación responde a dos tipos fundamentales: una de planta redonda o cuadrada, cubierta a una o dos aguas, y otra construida en los árboles, que se empleaba en las zonas más meridionales. La usual, a comienzos del siglo XVII, era la de planta cuadrangular, con puertas en cada lado. Para aumentar su carácter defensivo se situaba en una cuchilla por la que corría alguna quebrada, de manera que los dos flancos quedaran protegidos por las aguas, la parte trasera por la montaña y la delantera por la cuchilla. Los indios podían huir así fácilmente en la dirección opuesta a la que llegaban los españoles y para facilitar aún más esto se construía una salida subterránea desde la casa a un barranco cercano.

Fray Pedro Simón nos informa de los materiales de construcción, que eran barro y madera, con los que se hacían tapias altas, que luego se blanqueaban.

Ignoramos si existía algún tipo de mobiliario. Debían abundar los enseres de cocina, como calabacillas, totumas y ollas. Estas últimas eran de tres tipos, el mediano de los cuales tenía capacidad para tres fanegas de maíz.

Marco Teórico

En el siguiente apartado se procederá a desglosar a groso modo la teoría de los materiales naturales a trabajar, identificando también las características de la madera C.A., o también llamado madera del cafeto, la cual se decide utilizar por la cantidad de materia prima que resulta después de la recolección del café.

Colombia cuenta con varias zonas dedicadas a la caficultura, por lo que algunas empresas y artesanos están buscando alternativas para usar la madera C.A., en mobiliarios y pisos laminados, por lo que una empresa colombiana el grupo empresaria M.A. Arquitech (Grupo Monarca, empresa de procesamiento de madera, Sabaneta, Colombia), busca también implementar esta madera fabricando mobiliario en proyectos de vivienda, por lo que realizaron diferentes ensayos y pruebas de laboratorio mostraron que todas las especies de *coffea* son aptas para ese uso; sin embargo, es necesario que tener ciertos requerimientos como tener nudos sanos y que no estén afectadas por plagas o insectos.

En la documentación con la comunidad Amoyá la Virginia, encontramos diferentes variedades de café, entre ellas la que analizaremos C.A. que tiene como característica el fuste con unos diámetros entre 3 y 6cm según su tiempo de maduración, el grupo Monarca utiliza fustes con diámetros mayores a los 4 centímetros que almacenan en cámaras vaporizadores, para que los recién cortados sequen a temperatura ambiente y no se rajen; en este proceso se tiene en cuenta las tensiones de los troncos y para disminuir su humedad se secan en hornos especiales para está madera, donde alcance entre 5% a 8%, sin deteriorar físicamente el material, para fabricar paneles de 4 caras, pegadas en machimbrado, lo que es “Ensamblar a ranura y lengüeta dos piezas de madera” (Pérez y Molina, 2016). (s.f) y finger joint que significa unión dentada,

(Escaplez, Álvarez, Escribano, Ortiz, Plaza, McMahon, Martín, Riejos y Mansilla, 2016, p. 216).

Y finalmente se arman los muebles en forma lego.

Otras de las maderas que se observaron en la zona y que se pueden utilizar para completar el armado con la C.A., es la caña brava (*chusquea sp*), y esta se evidencia en el corregimiento de Amoyá la Virginia, a este tipo de madera ya se le han hecho investigaciones por parte de la universidad Autónoma Juan Misael Saracho que realizó ensayos de laboratorio de esta madera, evidenciando que su resistencia máxima es de 400 KN, y una precisión de 0,1KN , utilizando 20 probetas libres de defecto y en estado seco al aire libre, este tipo de especie crece en temperaturas variables entre los 16°C hasta los 36°C, con un crecimiento superior a los 4 metros de altura. Chavez, Chavez y Castillo (2017).

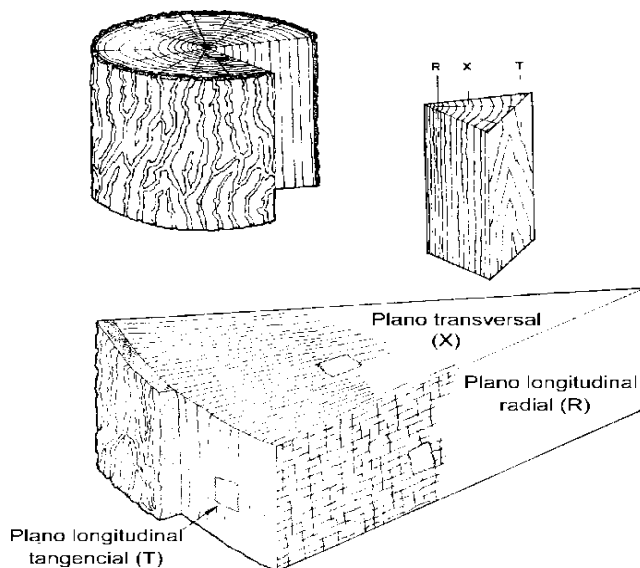
Estos materiales buscamos usarlos en la estructura para los muros en bahareque, que son construcciones tradicionales y artesanales con estructuras en madera, la cual se rellena con una mezcla de barro (tierra de la zona de acuerdo a su granulometría), paja y en algunos casos con abono, estas suelen levantarse sobre bases en piedra o ladrillo para que no se deterioren los materiales evitando el contacto directo con la tierra, adicionalmente las construcciones en tierra cuentan con ventajas acústicas y térmicas debido a la utilización de materiales mixtos.

Identificación Y Caracterización De la madera

Planos De Corte a realizar en la madera C.A.

Dentro de la investigación general de las maderas es sabido que la misma, está compuesta por células que se organizan de formas diferentes, esto hace que su aspecto cambie y también así se pueda mejorar la forma de observar dicho recurso natural. Es pertinente dentro de la presente investigación, analizar uno a uno los siguientes planos de corte de madera, los cuales son; plano

transversal, el cual se conoce también como plano “x”, “es aquel perpendicular al eje del árbol” (Vásquez y Ramírez, 2011, p. 8). El siguiente plano es longitudinal radial o también plano “R”, “orientado en dirección paralela al eje del árbol, siguiendo la orientación de los radios y cortando perpendicularmente a los anillos del crecimiento.” (Vásquez y Ramírez, 2011, p. 8).



[Figura 6. Planos de corte de una madera \(Fuente. Libro anatomía e identificación de madera, Vásquez y Ramírez, 2011, p. 8\).](#)

Y el último de estos es longitudinal tangencial o plano “t” el cual es “también orientado en dirección paralela al eje del árbol, tangente a los anillos de crecimiento y perpendicular a los radios.” (Vásquez y Ramírez, 2011, p. 8). Ver (Figura 6.)

Características Macroscópicas Del C.A.

En este caso se habla únicamente de las latifoliadas, ya que es la característica única de la madera del café. Las características que conforman el C.A., son las siguientes:

Corteza

La corteza está conformada por los tejidos del tronco externos al cilindro de madera, y a su vez el tronco está constituido por la corteza externa e interna. Este tejido se encarga de la conducción de savia. Ver (figura 42)

Xilema

El xilema lo conforman vasos y fibras que representan entre el 20% y el 80%, son vegetales más evolucionados por su compleja mezcla de tejidos que facilita su descripción macroscópica, la cual es la sustentación del árbol, el otro porcentaje son los elementos vasculares que almacenan sustancias. Ver (figura 42)

Albura y duramen

En el tronco se distingue una parte más clara, ubicada cerca del cambium, conocida como albura, y una parte más oscura, conocida como duramen.

En el momento en que el cambium ha propiciado el aumento del diámetro del árbol y así mismo de su propia circunferencia, el mismo se aleja de las células de xilema que están situadas en el centro de la sección transversal (Vásquez y Ramírez, 2011). Las células inician un proceso de maduración el cual va dirigido a la médula, esto involucra una pérdida paulatina de la actividad fisiológica y también una secuencia de transformaciones, “la más evidente es el cambio hacia coloraciones más oscuras, debido al depósito de sustancias en los lúmenes de las células (aceites, gomas, resinas, etc.) para formar así el duramen.” (Vásquez y Ramírez, 2011, p. 4). Ver (figura 42)

Radios O Líneas Horizontales.

En la C.A. encontramos células de largo indeterminado, “principalmente parénquimas que se disponen radialmente en el tronco, en dirección médula – corteza” (Vásquez y Ramírez,

2011, p. 5) por medio de estas células horizontalmente se transportan los nutrientes. El C.A. es una madera latifoliada por lo tanto se es más fácil su visualización y medición, tal como lo dice Vásquez y Ramírez (2011, p. 5) “encontramos una gran variedad de dimensiones y tipos de radios, lo que facilita su visualización y medición macroscópica.” Ver (figura 42)

Médula.

En el C.A. se encuentra la médula de forma casi que central, pero de una forma rectangular. La cual almacena la mayor cantidad de sustancias nutritivas para un mejor crecimiento del árbol durante sus primeros años de crecimiento. Ver (figura 42)

Anillos de crecimiento.

Cuando se habla de troncos de árboles tropicales, la formación de los anillos no representa como tal un aumento anual, además el número de anillos es relativo, ya que puede corresponder o no a la edad exacta del tronco. Esto se debe a que dichos troncos crecen en climas tropicales los cuales consisten en períodos repetitivos de lluvia y de sequía, varias veces en el año, gracias a este ambiente y en este lapso del tiempo se pueden formar ya sea uno o más anillos. (Figura 42).

Características Organolépticas Del C.A.

Color

El cambio de color en las maderas se debe a dos simples razones, las cuales son por impregnación de algunas sustancias ya sean de índole orgánico o también inorgánica en los lúmenes de las células. Dichas sustancias “se depositan de manera más abundante en el duramen” (Vásquez y Ramírez, 2011, p. 9).

La otras de las razones a la que se debe el cambio de color de una madera, es claramente una variación en el espesor “de las paredes celulares en sus diferentes tipos de células” (Vásquez y Ramírez, 2011, p. 9).

El color del tronco en la madera del C.A., se define gracias a su característica latifoliada, y a su parénquima ya que es de un tejido de color claro, razón por la cual cuenta con paredes muy delgadas, por otra parte, sus fibras son tejidos oscuros con paredes celulares muy densas. Finalmente existe una variación en el color del C.A., pues ocurre cuando este inicia un proceso de pérdida de humedad, en el cual también pierde nutrientes, por la evaporación.

Olor y sabor.

Éstas características se encuentran íntimamente entrelazadas, y las dos son causadas por presencias de sustancias volátiles las cuales normalmente se encuentran mayormente concentrada en el duramen, (Vásquez y Ramírez, 2011).

Lo anterior se puede evidenciar fácilmente al momento de cortar el C.A., ya que donde se realizan los cortes; el olor de esta madera se esparce fácilmente. Esto se debe ya que las partes expuestas al ambiente son las que quedan vulnerables a la pérdida de humedad. De forma contraria, cuando el C.A. se humedece, su olor no se esparce fácilmente.

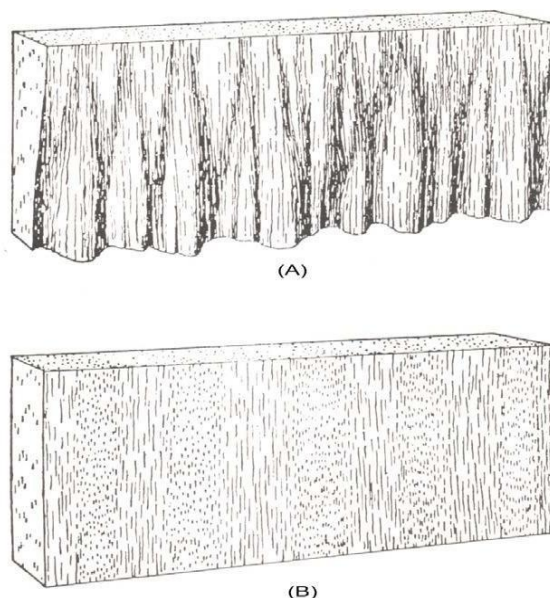
Grano.

Según Vásquez y Ramírez (2011, p. 19) El grano se puede observar en los cortes longitudinal radial y tangencial, esto se ve gracias a la disposición de los vasos, fibras, traqueidas y parénquimas de cada madera. La característica de la que se está hablando “se produce tanto en el proceso de crecimiento como por el aserrado de la madera” (Vásquez, y Ramírez, 2011, p. 10) y puede ser de diferentes formas, recto, entrecruzado, ondulado o crespo, oblicuo, diagonal o inclinado (Vásquez y Ramírez, 2011). Este último es el que se aplica en la madera del C.A., el

cual se origina “durante el aserrío de las piezas de madera, muestra los elementos del leño en ángulo agudo con respecto al eje de la misma, no siendo posible en este caso, ubicar correctamente los tres planos de corte en la madera.” (Vásquez, y Ramírez, 2011, p. 10)

Textura.

Cuando se observa el corte transversal de la madera del C.A. y por ser latifoliada, como ya se ha hablado anteriormente, se pueden evidenciar sus dimensiones, su distribución y porcentaje de los diversos elementos del leño. Observando así sus vasos, parénquima y radios. Lo que finalmente determina que la textura del C.A. no es fina, esta textura se define gracias a Vásquez y Ramírez, (2011, p. 12) “Elementos constitutivos pequeños y distribuidos en forma difusa, poros no observables a simple vista; parénquima invisible a simple vista o escaso; radios finos y abundante tejido fibroso. Da como resultado una superficie homogénea y uniforme.” Con ayuda de (figura 7) se pudo observar que el C.A. es de madera acerrada.



[Figura 7. Madera con grano entrecruzado: \(A\) Rajada y \(B\) Aserrada.](#)

[Libro anatomía e identificación de maderas \(Fuente, Libro anatomía e identificación de maderas, Vásquez y Ramírez, 2011, p. 12\)](#)

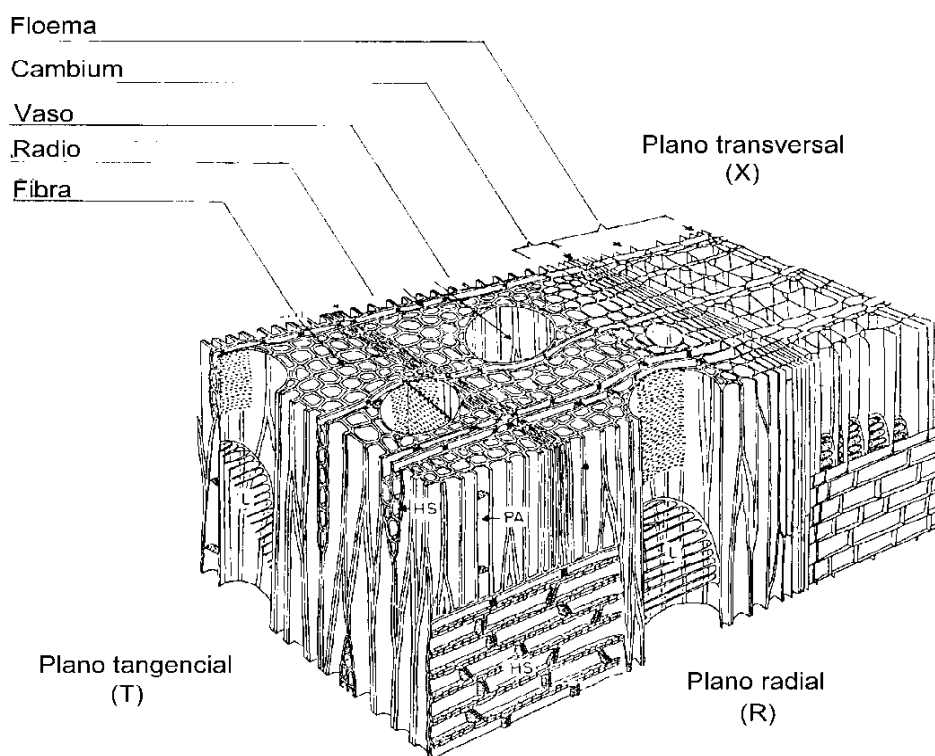
Veteado.

El veteado se observa en las figuras visuales de la madera, cuando se realizan los diferentes cortes, luego de ser pulidos.

Caracteres Macroscópicos En Latifoliadas.

Específicamente se habla sobre esta característica ya que es la que se identifica en la madera del C.A. Las latifoliadas muestran una cantidad de elementos anatómicos, lo cual hace que la madera del C.A. sea más difícil de describir.

En los siguientes caracteres anatómicos, a escala macroscópica se pueden observar los poros y vasos como ya se ha descrito anteriormente.



[Figura 8. Elementos anatómicos de una latifoliada](#)

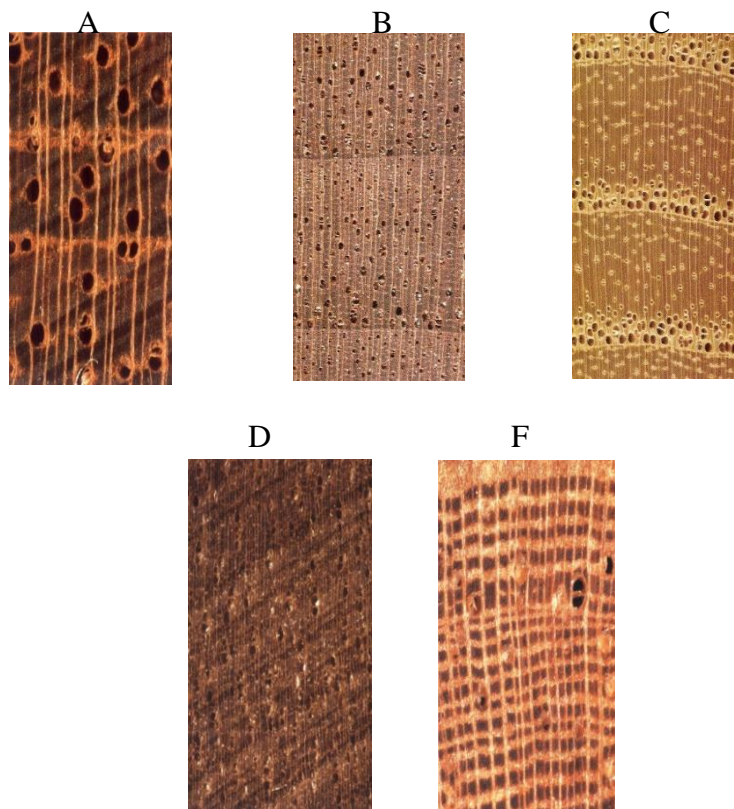
[Libro anatomía e identificación de maderas \(Fuente, Libro anatomía e identificación de maderas, Vásquez y](#)

[Ramírez, 2011, p. 18\)](#)

Anillos De Crecimiento.

De esta característica ya se había hablado anteriormente, en este apartado se definirá de forma específica a la madera del C.A., los anillos normalmente se observan en el corte transversal X, pero al examinarla se puede percibir la dificultad que hay en las latifoliadas a la hora de tratar de “diferenciar los leños inicial y final en el interior de los anillos de crecimiento” (Vásquez, y Ramírez, 2011, p. 10). Por lo tanto, en este caso solo se habla sobre la notoriedad de los anillos y a la característica que los delimita. Vásquez y Ramírez (2011, p. 18)

La madera del C.A. hace parte del segundo grupo conformado, que contiene maderas de anillos que llevan un crecimiento distinto y que son visible fácilmente o desde las diferentes escalas, 5x a 10x, esto ocurre ya que los anillos de crecimiento “al estar delimitados por cambios estructurales abruptos, (...) pueden identificarse por la presencia de una o más de las siguientes características” (Vásquez, y Ramírez, 2011, p. 18). Las cuales son las siguientes, parénquima marginal, porosidad semicircular, porosidad circular, mayor espesor de la pared de las fibras y disminución de su diámetro radial, alteración lo que quiere decir el aumento o la disminución en el espaciamiento entre bandas de parénquima axial (Ver Figura9) (Vásquez, y Ramírez, 2011, p. 19) parénquima marginal, (B) porosidad semicircular, (C) porosidad circular, (D) mayor espesor de la pared de las fibras y disminución de su diámetro radial y (E) mayor espaciamiento entre bandas de parénquima. (Fuente, Libro anatomía e identificación de maderas, Vásquez y Ramírez, 2011, p. 20)



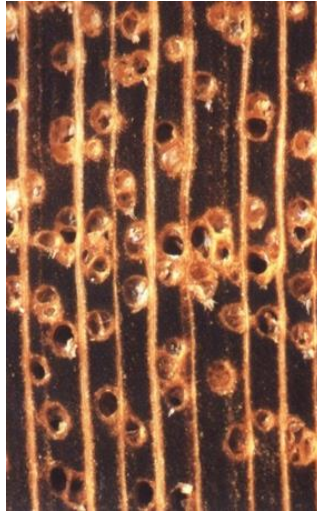
[Figura 9. Características que delimitan los anillos de crecimiento en latifoliadas: \(A\)](#)

Poros y Vasos.

La única forma de observar los elementos vasculares en la madera del café es en un corte transversal, estos reciben el nombre de poro y vasos, tal como el enunciado. Conocer sobre su distribución y tamaño como agrupamiento de los mismos es importante para la caracterización del C.A.

Agrupamiento de los poros

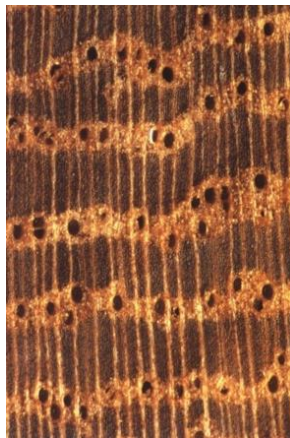
Al momento de definir cuál es la agrupación del C.A., se encontró que hace parte de los Arracimados o agrupados Vásquez y Ramírez (2011, p. 19) se identifica cuando se aglomeran o amontonan uno o más vasos, haciendo así una especie de contacto por la parte de sus caras radiales y tangenciales. Vásquez y Ramírez (2011, p. 19).



[Figura 10 Poros Arracimados o agrupados Libro anatomía e identificación de maderas \(Fuente, Libro anatomía e identificación de maderas, Vásquez y Ramírez, 2011, p. 21\)](#)

Arreglo u orientación de los poros.

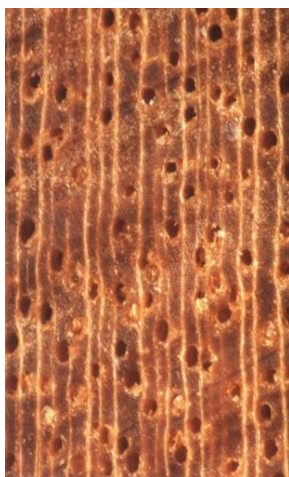
Dentro de la madera de café se encuentra cierto patrón de distribución el cuál es, definido así por Vásquez y Ramírez (2011) como “banda tangenciales. Orientados aproximadamente paralelos a los anillos de crecimiento y perpendiculares a los radios, formando bandas cortas o largas, que así mismo, pueden ser anchas o delgadas.” (p. 21)



[Figura 11 Orientación de poros en bandas tangenciales Libro anatomía e identificación de maderas \(Fuente, Libro anatomía e identificación de maderas, Vásquez y Ramírez, 2011, p. 21\)](#)

Porosidad o distribución de los poros.

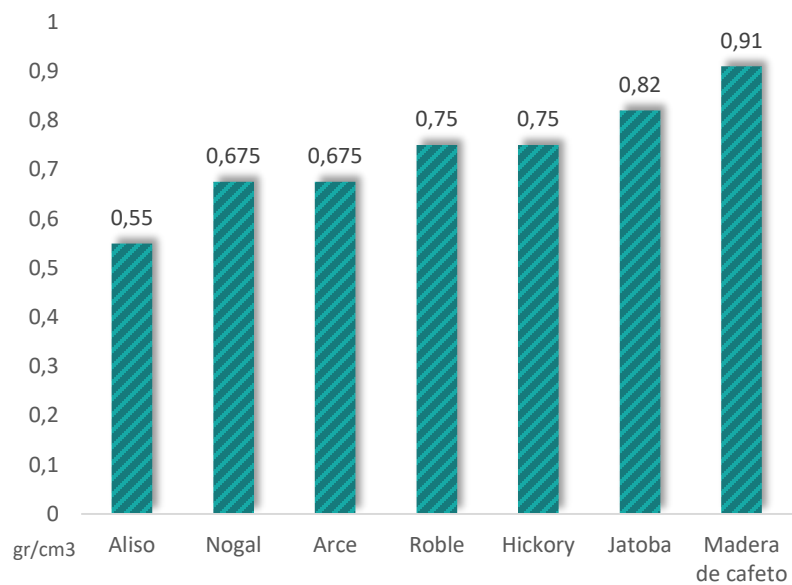
Estas son propiedades determinadas por los cambios apreciables en tamaño, cantidad y distribución. Estos se vinculan a la presencia o ausencia de anillos de crecimiento en el corte transversal (x). De esta forma se logra definir la porosidad de una madera, la cual en el caso del C.A. la porosidad de difusa. Lo que se define como “Cuando tanto el tamaño como la distribución de los poros es uniforme en toda la sección transversal.” (Vásquez, y Ramírez, 2011, p. 22). Un ejemplo de esto se puede evidenciar en (figura 12).



[Figura 12. Distribución de poros. Libro anatomía e identificación de maderas \(Fuente, Libro anatomía e identificación de maderas, Vásquez y Ramírez, 2011, p. 22\)](#)

Densidad de la C.A.

Continuando con la investigación de la madera C.A. y con el fin de saber su densidad, se logró obtener datos de una empresa la cual ha realizado estudios a esta madera, en búsqueda de darle otro uso; por lo tanto, el grupo Monarca de Antioquia (Colombia), determina que su densidad a comparación de otras maderas es bastante alta y le empiezan a dar un uso mobiliario.



[Figura 13. Densidad de las maderas \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Metodología

Visita de Campo al Corregimiento de Amoyá La Virginia.

Inicialmente se realizó una visita a la comunidad indígena Pijao Amoyá la Virginia, para poder evidenciar lo que se pretende y poder conocer a gran rasgo su cultura y forma de vida, para así poder tener unos parámetros que nos permitieron iniciar la investigación, donde encontramos que la forma de construcción tradicional de la mayoría de culturas nativas en nuestro país se lleva por medio de la tierra (adobe, bahareque o madera).

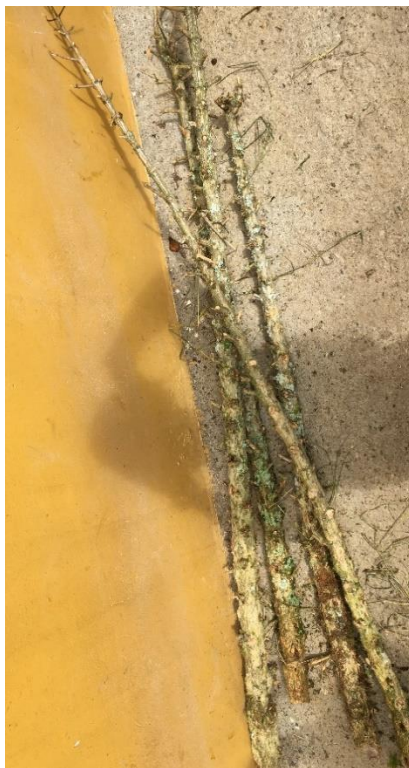
Por lo que se encuentran construcciones en bahareque, que presentan un deterioro y uso inadecuado de los materiales.

Selección de la muestra

Se extrajeron unos troncos de la madera C.A. de la región de Amoya, no obstante, se determina que es necesario recolectar una muestra mayor, es por esto que se decide recoger lo antes posible 20 troncos de C.A., traído de la región de Cundinamarca, municipio de Sylvania, para hacer las observaciones y pruebas pertinentes con las siguientes especificaciones: madera *coffea arábigo*, que es la misma de Chaparral, madera con estado sano que no se encuentra abierta ni presente defectos, que no presente altas torsiones ni lesiones por insectos.

Recolección, Limpieza Y Secado

Se extraen las 20 muestras de la empresa Cosecha Real en el municipio de Sylvania, como se observa en las figuras 14 y 15, los troncos del C.A. recién zoqueados presentan bastante maleza y tierra por encima, donde se le quitan las ramas más largas ya que no son útiles para lo que se pretende en esta investigación.



[Figura 14. Zoqueado del C.A. \(Fuente, Elaboración propia\)](#)



[Figura 15. Recolección del C.A. \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Ya con las 20 muestras de C.A., se inicia el proceso de limpieza superficial, retirándole la maleza y las ramas más largas que posee, este proceso tiene una duración entre los 15 y 20 minutos por tronco, se realiza de manera fácil y manual por lo tanto solo se requiere de un cepillo de cerdas duras y seco.



[Figura 16. Resultado de la limpieza del C.A. \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

De acuerdo con la figura anterior (figura 16), se evidencia como deben quedar los troncos después de su limpieza, donde la madera queda de un color claro y vetas verdes y las ramas deben quedar de un largo máximo de 5 cm.

Una vez finalizado este proceso, se toma la muestra de los troncos del C.A. y se empiezan a secar a temperatura ambiente, en este caso cabe aclarar que se realiza en la ciudad de Bogotá, por lo que su proceso puede llevar más tiempo a comparación de ciudades con temperaturas más altas; por lo que se tardó dos semanas en el proceso de secado.

Para acelerar su proceso se necesitó de otra herramienta, por lo que se inicia un secado con soplete, donde se logra evaporar su humedad interna y ver su comportamiento al realizar el proceso de esta manera. Para esto se tuvo que aplicar el calor que este genera por cinco días continuos durante tres horas, es importante resaltar que el soplete no podía colocarse directo a la madera, de lo contrario esta se quemaría, entonces se debe tener una distancia entre la

herramienta y la madera del C.A. de por lo menos de 50 cm. y en movimiento todo el tiempo evitando mantener el calor en un solo punto.



[Figura 17. Secado de la C.A con soplete \(Fuente, Elaboración propia\)](#)



[Figura 18. Secado de la C.A con soplete \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Anatomía Microscópica De La Madera C.A.

Para poder realizar este estudio es importante realizar los cortes de la madera para realizar los análisis pertinentes por lo que se realiza un corte transversal, perpendicular y tangencial que permita determinar características del troco del arbusto estudiado.

Esto con el fin de determinar particularidades cualitativas en este tipo de maderas, y para poder llevar a cabo el desarrollo del mismo, fue necesario ir al laboratorio de la Universidad La Gran Colombia, con un microscopio que nos permitió ver las diferentes características que a simple vista no se pueden observar.

Caracterización de la madera

Teniendo en cuenta que la madera del C.A. no tiene aún el proceso de caracterización, se busca realizar esta especificación utilizando como referencia el libro “Curso anatomía e

identificación de maderas” de la ingeniera forestal Alejandra María Ramírez Arango y la profesora asociada Ángela María Vásquez Correa de la universidad Nacional de Medellín.

Para conseguir esta caracterización se necesitó ver partes internas del tronco de la madera de cafeto, en un grado de humedad bajo donde se obtienen unas probetas de madera de 4cm de diámetro y 15cm de longitud.

Para poder obtener el grado de humedad requerido, se utilizó higrómetro, es un equipo de medición de humedad para la madera, el cual su forma de usar es muy simple ya que se introducen las agujas en la madera y esta genera el resultado tanto de la humedad y la temperatura.



[Figura 19 Higrómetro \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Identificación de partes

Para lograr la identificación de las partes de la madera del cafeto, es necesario realizar los cortes con las especificaciones que sugiere el libro que se tiene como guía de la siguiente manera:

Plano Transversal



[Figura 20. Plano transversal \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Plano longitudinal - tangencial



[Figura 21. Plano longitudinal - tangencial \(Fuente, Elaboración propia\)](#)



[Figura 22 Otro perfil. \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Plano longitudinal radial



[Figura 23. Plano longitudinal – radial \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

También se realiza una muestra macroscópica de la madera del café que se realiza en el laboratorio de la universidad la Gran Colombia, con el fin de poder ver sus características internas que no se pueden observar a simple vista.

Determinación del contenido de humedad y densidad

Se realiza unas pruebas para determinar el grado de humedad del tronco de C.A., con el fin de poder hasta donde es apta para poder usarla sin que esta se agriete, y también para poder determinar la densidad se realizó unas pruebas con el fin de poder determinar su resistencia.



[Figura 24. Probeta con porcentaje de humedad bajo \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Tabla 1

Muestra inicial de humedad del tronco antes del secado en porcentajes

Humedad	Temperatura
35 – 40%	1,8 – 2.0%

Posteriormente se introducen las probetas en un horno a 100 °C durante 3 horas, para lograr obtener la humedad requerida, por lo que después de realizar el proceso de secado se vuelve a realizar la prueba con el higrómetro el cual da como resultado:

Se realiza una prueba para determinar la densidad de la madera donde se pesa el tronco de C.A., antes de secarse con todo su contenido de humedad, donde su peso es de 0.130 gr, esta muestra se sumerge en un recipiente con 500 ml, y en el momento de colocar la muestra esta sube 100 ml.



[Figura 25. Recipiente con 500 ML \(Fuente, Elaboración propia\)](#)



[Figura 26. Peso de la muestra \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Prueba de flexión en laboratorio

Se decide realizar un análisis de flexión, que se lleva a cabo en la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad la gran Colombia, la cual cuenta con una máquina para ensayos de flexión, donde se colocan 3 probetas de 60cm de longitud y 5cm de diámetro con un porcentaje

de humedad en promedio del 15%, ya que para el ensayo era necesario que la madera no estuviera en condiciones de humedad alta.



[Figura 27. Máquina de Flexión \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Para los ensayos en la máquina de flexión se colocaron las probetas con distancia de 50cm entre apoyos y se le aplicó una fuerza puntual en kilonewtons.

En la siguiente fotografía se observa como fue ubicada la probeta en la máquina y el inicio del ensayo.



[Figura 28. Ubicación de la probeta e inicio de ensayo \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Se realiza nuevamente el ensayo con una segunda probeta bajo las mismas características, para observar que su resultado sea similar o igual a las condiciones observadas con la primera probeta.



[Figura 29. Ensayo segunda probeta \(Fuente, Elaboración propia\)](#)



[Figura 30. Ensayo segunda probeta \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Para finalizar el ensayo se realizo una ultima prueba, bajo las mismas condiciones de las probetas antes mencionadas y con un tiempo intermedio y sus resultdos fueron los esperados segun las muestras anteriores.



[Figura 31. Prueba de flexión tercera probeta \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Con los tres ensayos se reafirma lo encontrado en la caracterización de la madera del cafeto, su similitud con la madera de teca y su buen comportamiento a la flexión. Así mismo, al retirarse las probetas de la máquina regresan a su posición inicial lo que muestra su alta elasticidad



[Figura 32. La madera de la C.A. luego de la probeta 1 \(Fuente, Elaboración propia\)](#)



[Figura 33. La madera de la C.A. luego de la probeta 2 \(Fuente, Elaboración propia\)](#)



[Figura 34. La madera de la C.A. luego de la probeta 3 \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Se realizaron diferentes pruebas de flexión, llamadas cada una como probetas. La primera probeta se observan los datos según el ensayo realizado, donde se evidencia su alta resistencia a la deflexión con un margen de 101.41 mm, su capacidad de carga de 1.800 Kg. lo cual nos representa más de una tonelada y media, lo cual nos da grandes expectativas para lo que se requiere.

Tabla 2***Resultados de la primera probeta***

Resultado de Flexión Probeta 1	
Deflexión:	101,41 mm
Módulo de rotura:	0
Carga max.:	143 Kg/cm ²
Velocidad manual:	9% de presión



Figura 35. Resultados por la máquina de flexión (Fuente, Elaboración propia)

Se realizó una segunda probeta, para así tratar de corroborar los datos generados con la primera probeta donde no hay fractura de la madera y sus características de deflexión y carga siguen siendo similares de acuerdo con el tiempo en se expuso la madera del C.A.

Tabla 3*Resultados de la segunda probeta.*

Resultado de Flexión Probeta 2	
Deflexión:	8,78 mm
Módulo de rotura:	0
Carga máxima	127 Kg/cm2
Velocidad manual:	9% de presión

Figura 36. Resultados por la máquina de flexión segunda probeta (Fuente, Elaboración propia)

Finalmente se realiza una última probeta, con intención de comparar los resultados de la madera del cafeto bajo ciertos niveles de flexión.

Tabla 4***Resultados de la tercera probeta.***

Resultado de Flexión Probeta 3	
Deflexión:	43,33 mm
Módulo de rotura:	0
Carga máxima:	143 Kg/cm ²
Velocidad manual:	9% de presión



Figura 37. Resultados por la máquina de flexión tercera probeta (Fuente, Elaboración propia)

Tabla 5***Comparación entre la caña brava y el C.A.***

Comparación entre la caña brava y el C.A.	
CAÑA BRAVA	C.A.
Resistencia a la flexión: 562,83 kg/cm ²	Resistencia a la flexión: 137,66 kg/cm ²
Densidad: 0,68	Densidad: 0,77 - 0,91
Características del color: marrón amarillento	Características del color: es de color ocre claro, permitiendo la matización con tintes en base de agua.
Durabilidad: alta resistencia a los hongos e insectos por medio de inmunización.	Durabilidad: Alta resistencia a las plagas.
Contenido de humedad al termino del secado: 12%	Contenido de humedad al termino del secado: 10-15%

Análisis y Resultados

Visita de Campo al Corregimiento de Amoyá La Virginia.

De acuerdo al análisis realizado en la región se encontró que esta comunidad indígena se dedica a la caficultura, por lo cual como subproducto tenemos la madera de este arbusto (C.A.), que solo se usa combustión o se deja descomponer orgánicamente.



[Figura 38. Visita a la comunidad \(Fuente, elaboración propia\)](#)

Recolección, Limpieza Y Secado

Después del proceso realizado, se evidencia que la C.A., tiene una superficie externa que se pulveriza al momento de secar, a la cual se ha nombrado *parte muerta del tronco*. También se evidencia como la madera por sus partes inferiores muestra una contracción de sus filamentos y por partes se separa sin lograr afectar su estructura interna.



[Figura 39. Parte muerta del tronco \(Fuente, Elaboración propia\)](#)



[Figura 40. Parte muerta del tronco \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Adicionalmente, se pueden analizar características físicas de la C.A., que se observan durante todo este proceso.



[Figura 41 Madera muestra contracción de sus filamentos \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Características Macroscópicas C.A.

Se encuentra que la identificación y caracterización del C.A., donde se enfatiza que el nombre botánico del arbusto del café es *coffea*, perteneciente a la familia de las rubiáceas, pero que se nombra comúnmente como cafeto, el cual se encuentra por lo general en zonas cálidas y húmedas, estos climas se les define como trópicos, y sus condiciones ideales son entre 1.200 y 1.800 m. s. n. m. (Metros sobre el nivel del mar). Y crece bajo temperaturas templadas entre los 17 y 23 °C y con precipitaciones cerca de los 2000mm anuales.

Características organolépticas del C.A.

En el C.A se encuentra una albura de color amarillo muy claro, con transformación por etapas hacia el duramen, pasando por el color canela y ocre, con fibras de color verde oliva oscuro y café oscuro, su olor es muy agradable y fuerte; su sabor es muy parecido al grano de café, el cual es un grano oblicuo, presenta una textura fina y una superficie muy suave al tacto.

Caracteres macroscópicos del C.A.

Parénquima a simple vista, porosidad homogénea, lo cual lo hace uniforme en toda su sección transversal: poros en el plano transversal (X) regularmente no visibles a simple vista, pequeños de 40 a 60um de diámetro, pocos; menos de 5 en 10 x10 mm², solitarios y aislados; los pocos poros visibles están con contenido blanco. Radios en el plano transversal (X) visibles con aumento de 25x, finos con un ancho menor de 30um, muy poco contrastados en el plano radial, anillos de crecimiento indistintos, no están presentes por su lugar de crecimiento.

Características generales de la C.A.

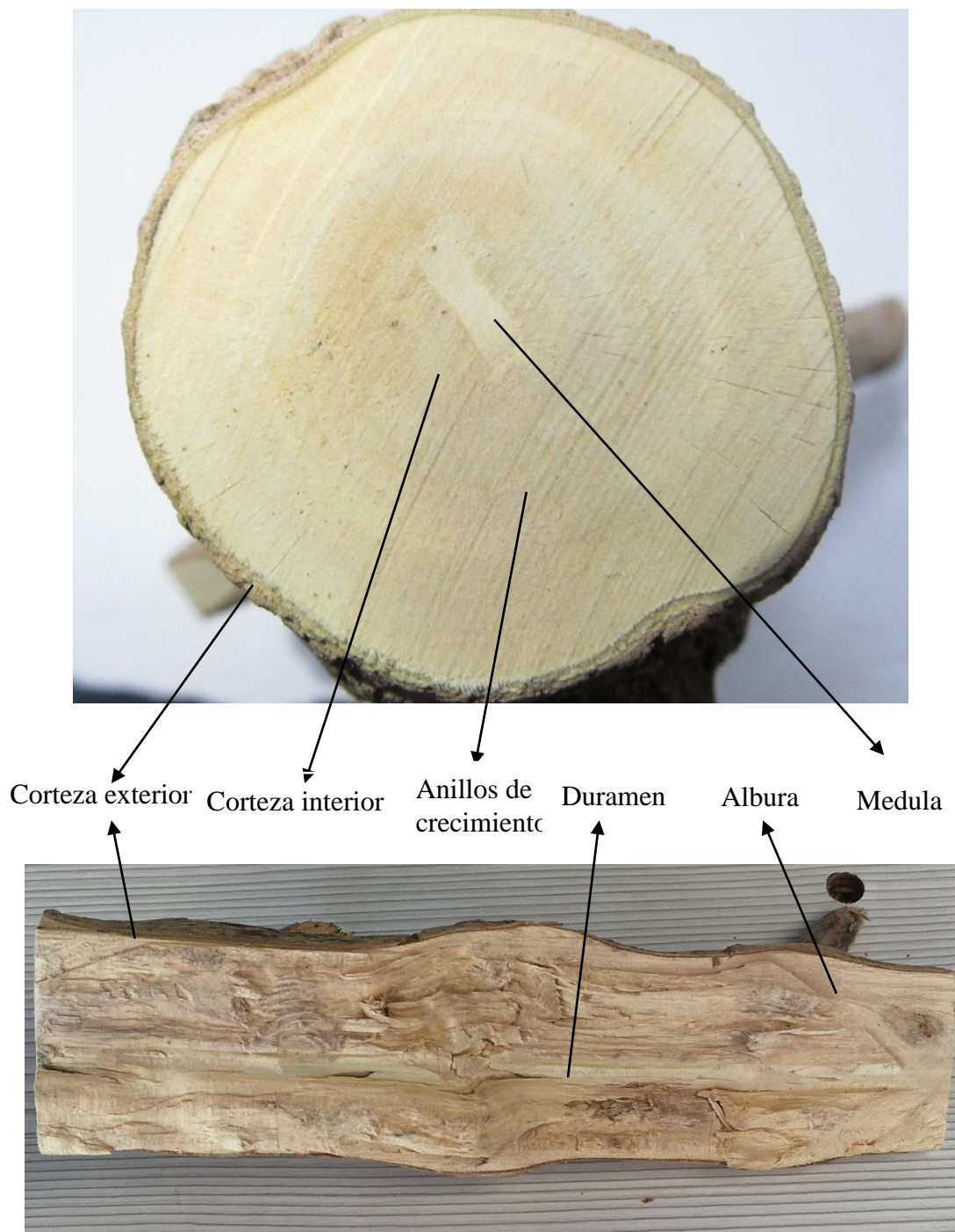
La madera del C.A. es difícil de trabajar por su densidad, su secado debe ser lento o especializado ya que al acelerar dicho proceso puede ser susceptible a presentar fisuras, su tejido es denso por sus poros pequeños, lo cual nos demuestra uniformidad en la madera y buena resistencia.

A modo de anotación la planta de C.A, es una de las especies de mayor calidad y es un arbusto que crece 12 metros aproximadamente; este puede tener un ciclo de vida entre los 20 – 25 años de acuerdo con las condiciones o el sistema en el que sea cultivado, este tipo de arbustos empieza a producir frutos desde el primer año de edad con una máxima entre 6 y 8 años, puede seguir su vida útil, pero con una productividad más baja.

Es por esto que buscando la productividad de los cafetales y una buena obtención de un arbusto joven se recomienda que sea zoqueado entre los 5 y 6 años para no afectar la actividad económica de los Pijaos y aprovechar al máximo esta materia prima en los entramados de los muros en bahareque.

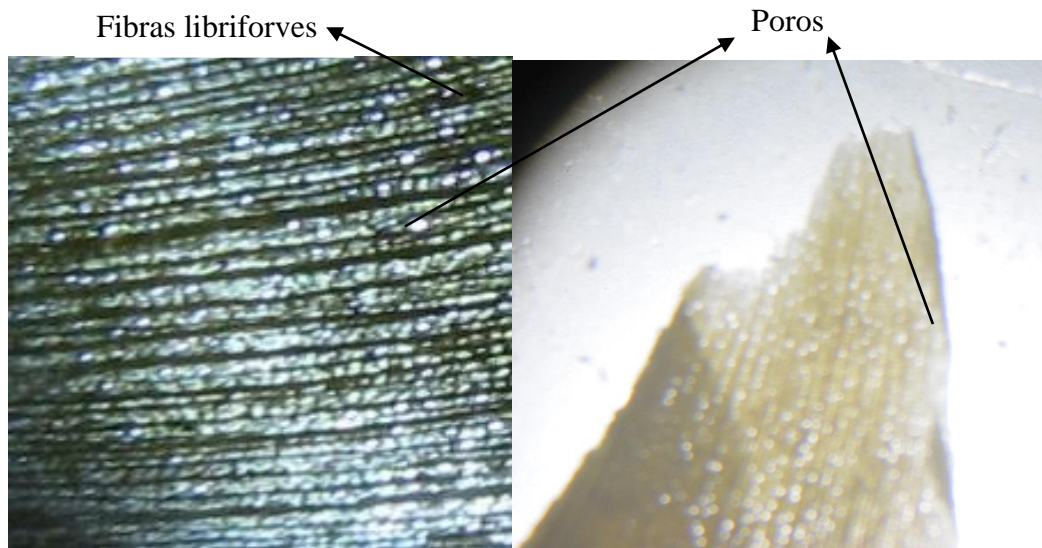
Es por esto que de acuerdo con lo observado C.A., se determina que estas son latifoliadas, y que es la característica de acuerdo a la composición anteriormente descrita se puede encontrar los siguientes componentes: corteza, xilema, albura y duramen. (Figura 42)

Así mismo se determina que la madera C.A. cuenta con células parénquimas con una forma radial permitiendo la transportación de nutrientes, cuenta con una medula central y rectangular lo que va a permitir un mejor crecimiento del arbusto y se observan varios anillos que se forman durante su crecimiento. (Figura 42)



[Figura 42 Foto sección transversal del C.A. \(Fuente: Elaboración propia\)](#)

Así mismo encontramos de acuerdo con los análisis macroscópicos que estas maderas cuentan con Fibras libriformes, con porosidad semicircular, con orientación de poros de bandas en manera tangencial como se puede ver en la figura 43.



[Figura 43. Foto microscópica de madera C.A. latifolia \(Fuente, elaboración propia\)](#)

Prueba de flexión en laboratorio

Concluido el ensayo en las probetas se observó un comportamiento de la madera C.A. favorable, ya que no llega al punto de fracturación y cuenta con una alta resistencia por el peso ejercido con la máquina, lo que nos muestra que la madera cuenta con una elasticidad adecuada.



Figura 44. Flexión de la C.A. (Fuente, Elaboración propia)

Tabla 6

Promedio de las probetas

Resultado de Flexión Probetas	
Deflexión:	51,17 mm
Módulo de rotura:	0
Carga max.:	137,66 Kg/cm ²
Velocidad manual:	9% de presión

Resultados Determinación del contenido de humedad y densidad

Los siguientes resultados se expondrán a modo de dilucidar con mejor transparencia el proceso de esta monografía, en la siguiente tabla se exponen los resultados de humedad de la madera del C.A. Para conseguir este resultado, fue necesario tomar una muestra antes del secado del tronco el cual dio:

Tabla 7*Muestra de la humedad del tronco después del proceso de secado.*

Humedad	Temperatura
10-15%	0.6 - 0.8%

Tabla 8*Muestra de densidad de la C.A.*

Densidad
0,76 gr/ cm ³

Conclusiones

Esta investigación se realiza con el fin de poder implementar nuevos materiales naturales, que se encuentran en el corregimiento de Amoyá en un entramado que funcione de manera idónea en los muros de bahareque por esto hemos concluido lo siguiente:

Visita de Campo al Corregimiento de Amoyá La Virginia.

Se observa adicionalmente la conexión que tienen los Pijaos con la naturaleza a quien consideran su madre y su interés por estar en contacto con estos elementos, por esto decidimos tomar la madera C.A., para utilizarla en las construcciones futuras a desarrollar, donde se utilice como esqueleto o armado de los muros.

Características Macroscópicas C.A.

De acuerdo con la observación microscópica de la C.A se concluye que es liviana, tiene buena estabilidad dimensional, propiedades mecánicas de medianas a altas.

Comparación de maderas

De acuerdo con los análisis entre la teca y la madera del C.A., se encontró que cuenta con una alta densidad y resistencia que permite que sea óptima para el entramado propuesto que no solo es tradicional, sino que permite unas condiciones térmico acústicas que se desarrollan en los muros del bahareque; debido a las fibras naturales que estos poseen.

Determinación del contenido de humedad y densidad

Se concluye que entre menor humedad tenga la madera C.A., esta será más densa y resistente alcanzando entre el 10% y el 15%, con un secado adecuado.

Pruebas de Flexión.

De acuerdo con los resultados de flexión, podemos decir que su resistencia es la adecuada con una humedad menor, sin llegar a un punto de fracturación, no obstante, no se recomienda como uso estructural ya que su resistencia es menor a otras maderables usadas en estructuras.

Anexos

Construcción De La Estructura De Madera Coffea Arábiga En Muros De Bahareque

Construcción Del Armado De Sistema Constructivo Planteado

En búsqueda de mejorar los muros en las construcciones en bahareque en la comunidad la Virginia de Amoyá, se implementó un entramado con madera C.A., Guadua y caña brava con el fin de que la adherencia con la mezcla sea mejor, utilizando los recursos que se tienen a la mano.

Estas fusiones de tecnologías e ideas nuevas en diferentes comunidades han sido observadas a lo largo del tiempo, otorgando investigaciones y análisis en diferentes territorios nacionales, las cuales en su momento evolucionan y se dan a conocer por medio de sus aciertos; un ejemplo fue el artículo de Alberto Figueroa (2018) en donde presenta su proyecto “School in Ghana” el cual consiste en desplegar un prototipo de aula la que hará parte de un centro de educación secundaria en Abetenim, en la región Ashanti, Ghana (Figueroa, 2018). Donde su objetivo fue la creación de un edificio con elementos y sistemas de construcción de la misma región, que den la posibilidad de comprometer la mano de obra local. En este proyecto su sistema constructivo está conformado por dos tipos, los cuales son tierra arcillosa (mezcla proporcional de cemento y tierra, permite muro de resistencia) y el segundo, se ubica en la parte superior y el cual consiste en usar una estructura de madera (columnas y vigas) que da la opción de envolver la construcción con parte de la misma (madera) pintada.

Algunas variantes en proyectos de construcción tradicional han sido introducidas en nuestro sistema dado a conocer, como lo es la estructura de guadua formando una serie de paneles repetitivos; la utilización de sobre cimientos (barrera contra la humedad), así como también métodos de amarre entre la madera C.A. y los paneles en guadua.

Relación Campo-Ciudad

Hacia la vereda la Virginia se encuentra una carretera totalmente destapada, sin señalización y en la noche sin iluminación, siendo la única comunicación que tiene con Chaparral. Sus paisajes y microclimas es lo que favorece su entorno (cerros, esteros y bosques) todo esto en altitudes pronunciadas con grandes abismos. Al llegar a al sentamiento de la comunidad se observan características rurales.



[Figura 45. Ubicación en el mapa de la región \(Fuente, plan de salvaguarda étnica del pueblo pijao, p.8](#)

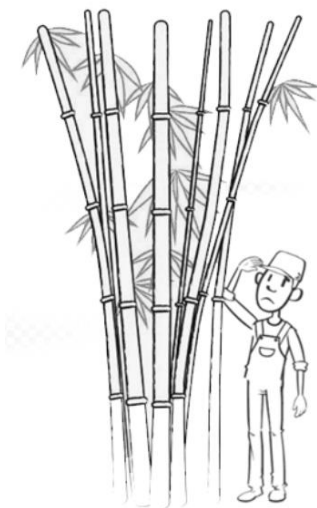
Materiales implementados

Las dimensiones de los materiales de construcción no convencionales, pero si altamente empleados en la comunidad, permiten que estos tengan algunas ventajas por los usos mixtos para el control de temperatura, acústica y humedad del lugar.

En el desarrollo de este proyecto, se utilizaron cuatro materiales fáciles de conseguir en el lugar como lo son la guadua, la madera de C.A., caña brava y un mortero de tierra y cal para el recubrimiento.

Guadua

La guadua se emplea como material estructural de los paneles formados por pies derechos y soleras. Creándose con esta, una armadura capaz de soportar las fuerzas verticales y horizontales de la estructura requerida.



[Figura 46. Guadua \(Elaboración Propia\)](#)

Madera de Coffea

Los troncos de C.A. se emplearán para el entramado de los paneles estructurales, fijándolos a la guadua por medio de amarres con fibras naturales y alambres galvanizados, esta madera es apta para su utilización cuando alcanza una madures. Es necesario realizar un zoqueado y un secado aprobado, para obtener un mejor agarre del mortero en el momento de aplicarlo.



[Figura 47. Materia prima subproducto C.A. \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Esterilla de guadua o lata de guadua

Este material se emplea para complementar el entramado del sistema con la madera de C.A., se utilizó intercalando los troncos de forma vertical y así rigidizando el entramado; para esto es necesario que previo a su uso, se desprenda la parte blanda de la cara interior de la guadua, previniendo con esto el ataque de polillas, hongos y mohos.

Mortero

Se aplica el mortero como recubrimiento interior y exterior de los muros, aislando la guadua y la C.A. del medio ambiente, protegiéndolos del fuego y proporcionando solidez al grupo, logrando un acabado duradero.

Cultivo y extracción de la madera

Para poder utilizar la madera de C.A., es importante tener en cuenta que se requiere realizar una siembra adecuada de los mismos, no solo para que su fruto sea el óptimo sino para que su tronco no presente lesiones y cuente con nudos sanos.

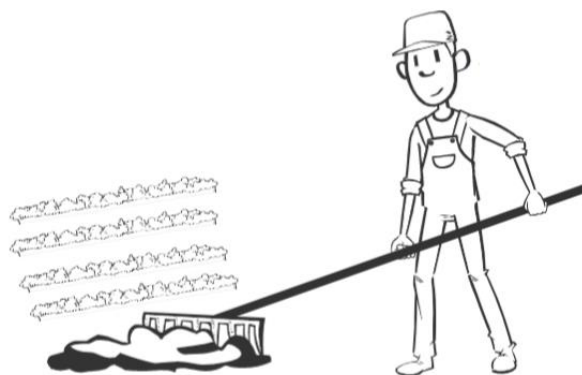


Figura 48. Cultivos del café (Fuente, Elaboración propia)

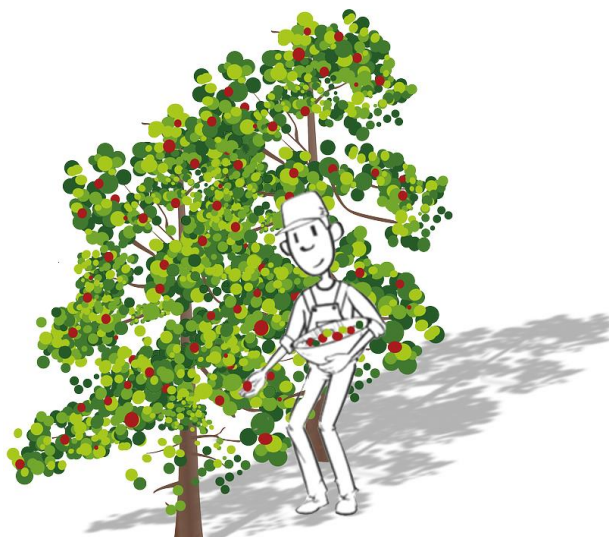


Figura 49. Recolección del grano de café 5 - 6 años (Fuente, Elaboración propia)

Es por esto que se busca que después de la siembra y tiempo de recolección (entre 5-6 años), se realice el zoqueo de la madera a unos 30 centímetros desde donde brota de la tierra, utilizando una longitud de 60 a 70 centímetros, para un desarrollo adecuado



[Figura 50. Zoqueo del C.A. \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

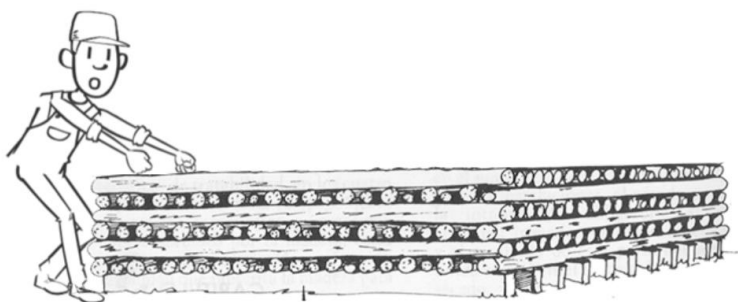
Limpieza y secado de la madera

Una vez extraída la materia prima se procede hacer un proceso de limpiado, donde se extraen los residuos de tierra que puedan tener en la superficie, se cortan las hojas y sus ramas dejándolas en una longitud entre 5 – 6 centímetros.



[Figura 51. Limpieza C.A. \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Es importante una vez llevado a cabo este proceso se realice un secado de la madera, el cual por las condiciones del sector y mitigando el impacto ambiental se realice al aire libre, para esto se necesitará organizar la madera de una manera adecuada u optima que permita disminuir el contenido de humedad y agua que esta posee.



[Figura 52, Secado C.A. \(Fuente, Elaboración propia](#)

Sistema constructivo

Cimentación

Se recomienda una cimentación corrida de hormigón ciclópeo apoyado sobre un relleno compactado, con un sobreseimiento de 15cm de alto, en el cual se asentarán todas las paredes de la estructura, este sobre cimiento servirá de apoyo y amarre a los paneles con la cimentación, aislándolos del nivel del piso y funcionando como barrera contra la humedad.

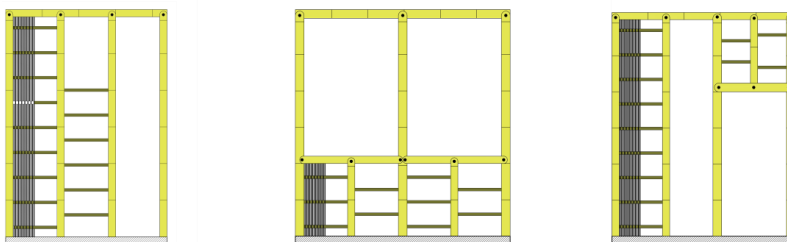
En la parte superior del sobre cimiento se debe colocar una vigueta de madera impermeabilizada no más ancha que los paneles y de una altura de entre dos y cuatro centímetros como aislante e impermeabilizante a la humedad que se pueda presentar por capilaridad.

Paredes

Se forman con los paneles auto-portantes, de estructura de guadua, formados por pies derechos y soleras, la ubicación de la guadua forma los paneles respectivamente, y a su vez es la

estructura y cerramiento de la edificación, logrando un conjunto con la unión de los paneles formados por la guadua, la cimentación y con la estructura de cubierta formando una estructura sólida que resiste y transmite las cargas hasta el suelo.

Las distancias entre pies derechos de guadua en el panel pueden ser máximo de 60 cm.



[Figura 53. Elaboración de paneles \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Estructura de paneles

La guadua que conforman los paneles deberán tener un diámetro de 10cm (pies derechos y soleras)



[Figura 54. Diámetro de 10 cm de la guadua \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Se deberá utilizar una guadua de mayor diámetro en soleras superiores donde los paneles se encuentren con vanos de ventanas, vigas cunbreras y estructura de cubierta.



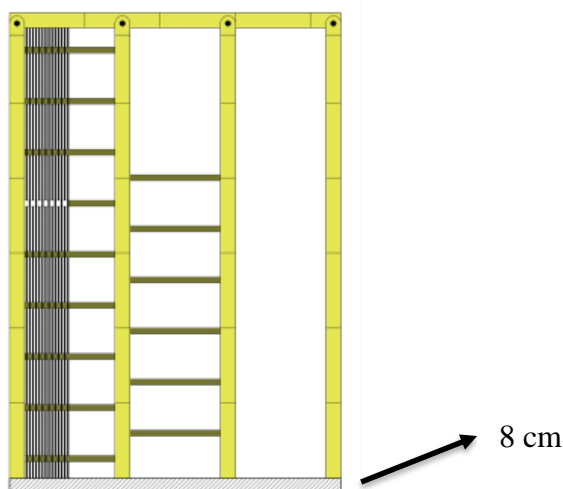
[Figura 55. Diámetro mayor de 12cm de la guadua \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Se utilizarán guaduas de diámetro de 12cm en pies derechos que delimiten con ventanas y puertas, quedando a la vista reforzando la estructura del panel.

Formación de paneles en la estructura

Formación Panel ciego

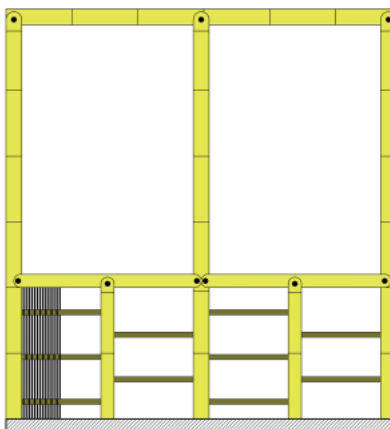
Todas sus guaduas (pies derechos y soleras) son de 8cm de diámetro con distancia entre 50 y 60cm, con entramado de palos de café horizontalmente y lata de guadua intercalando el C.A. verticalmente.



[Figura 56. Panel ciego \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Formación Panel con Ventanas

Toda su guadua (pies derechos y soleras) son de 8cm de diámetro con distancia entre 50 y 60cm, las guaduas que delimitan la ventana son de 10cm. con entramado en el resto del panel de madera C.A. horizontalmente y lata de guadua intercalándose con la madera antes mencionada de manera vertical.



[Figura 57. Panel Con ventanas \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Formación Panel con puerta

Toda su guadua (pies derechos y soleras) son de 8cm de diámetro con distancia entre 50 y 60cm, las guaduas que delimitan la puerta son de 10cm. con entramado en el resto del panel de palos de café horizontalmente y lata de guadua intercalando el C.A. verticalmente.

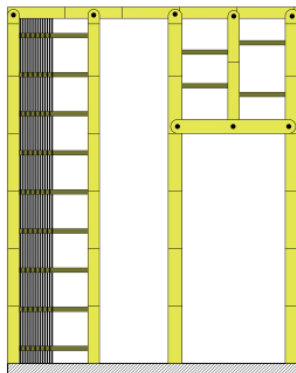


Figura 58. Panel Con puerta (Fuente, Elaboración propia)

Pies derechos y soleras en guadua

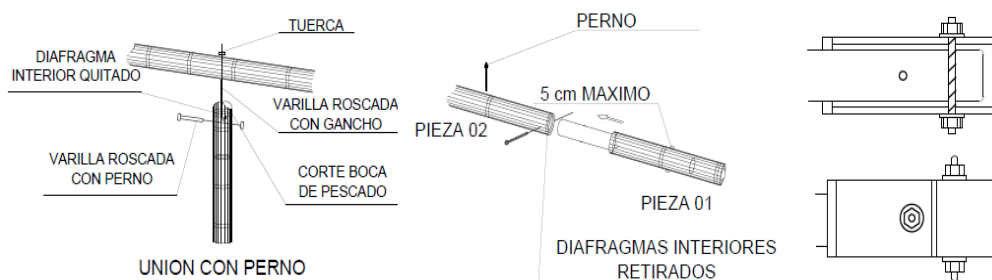
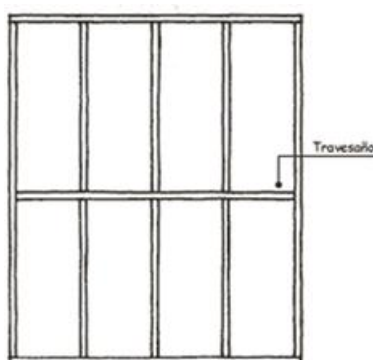


Figura 59. Pies derechos y soleras en guadua (Fuente, Elaboración propia)

Los pies derechos y soleras en guadua están unidos por medio de empalmes tradicionales (boca de pescado, mediacaña, etc.) de la guadua con pernos metálicos.

Travesaños

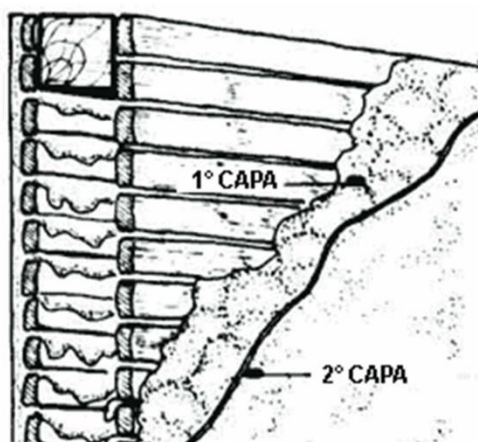
A la formación de paneles con mayor altura a tres metros, se les colocara un travesaño horizontal en guadua para contrarrestar la altura de los pies derechos.



[Figura 60. Travesaños \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Recubrimiento del mortero

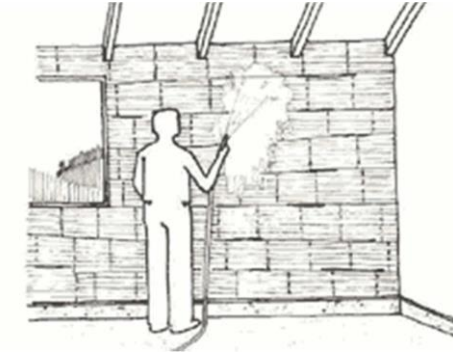
Para el recubrimiento del sistema con sus muros se recomienda utilizar un mortero en tierra mezclado con cal, aplicándose primero en una capa lanzada sin alisar, la cual quedaría pegada en el entramado con la madera de coffea, penetrando por los espacios de esta.



[Figura 61. Recubrimiento del Mortero \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Humedecer sistema

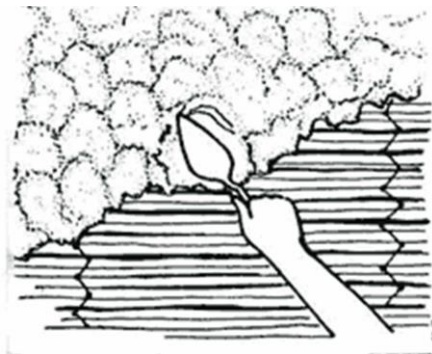
Antes de aplicar el mortero, se debe humedecer todos los muros del sistema, para obtener una mejor adherencia con el mortero



[Figura 62. Humedecer Sistema \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Primera Capa

Se debe aplicar la primera capa de mortero de tierra por la cara cara deseada del muro ya sea interior o exterior, pero no las dos al mismo tiempo, esta capa debe quedar con textura rustica con el fin de obtener mejor adherencia al entramado y firmeza, preparándola para la segunda capa.



[Figura 63 Primera capa \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Segunda Capa

Se debe aplicar la segunda capa dejando un tiempo de secado en la primera, esto para poder aplicar esta con textura fina y lisa y así dar un acabado mejor.



[Figura 64. Segunda Capa \(Fuente, Elaboración propia\)](#)

Referencias Bibliográficas

Chavez, C. C., Chavez, C. O. M., Castillo, G. A, (2017) Determinación de las propiedades físico-mecánicas de la Caña brava (*Chusquea* sp) proveniente de la Cordillera de Sama en el Departamento de Tarija. *Agrociencias*, revista de ciencias naturales, Volumen 2 (Nº 4), 31-39 Recuperado de <https://docplayer.es/89202015-Agr-iencias-revista-de-ciencias-rurales-vol-2-no-4-diciembre-2017-issn-facultad-de-ciencias-agricolas-y-forestales.html>

Esclapez, G. C. y Alvarez, I. A. y Escribano, P. D y Ortiz, M. J. y Plaza, S. M y McMahon, J. P y Martín, M. M y Riejos, A. R y Mansilla, P. Ú. (2016) *Diccionario Bilingüe De Metamorfosis y Metonimias Científico-técnicas*, Madrid España, Routledge.

Farbiarz, J. Mogollón, J. Prieto, S. (2001). Asociación colombiana de ingenieros. Manual de construcción sismo resistente de viviendas en bahareque encementado. Recuperado de http://www.desenredando.org/public/libros/2001/csrvbe/guadua_lared.pdf

Ministerio del interior (2013). *Diagnostico participativo del estado de los derechos fundamentales del pueblo pijao y líneas de acción para la construcción de su plan de salvaguardia étnica*. Recuperado de https://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/diagnostico_participativo_pueblo_pijao.pdf

Ministerio del interior (s.f.) (p, 2-70) *Plan de salvaguarda étnica del pueblo pijao*. Recuperado de

https://siic.mininterior.gov.co/sites/default/files/upload/8_comunidad_amoya_la_virginia_-_chaparral-.pdf

Pérez, A. M y Molina, G. C. (2016) Diccionario ejemplificado del español de cuba, La habana, cuba, Nuevo Milenio.

Puentes, B. Hurtado, L y Vargas, C. (2006 – 2010) Responsabilidad extracontractual del estado por desplazamiento indígena - Caso Bogotá. Recuperado de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/5709/LopezPuentesBlancaEsther2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Salmoral, L.M. (1963). Datos Antropológicos sobre los Pijao. Revista Colombiana de Antropología, Volumen (12) 359-386. Recuperado de http://kt.micrositios.net/action.php?kt_path_info=ktcore.actions.document.view&fDocumentId=14581&forceopen

Vásquez, A y Ramírez, A. (2011). Curso de Anatomía e Identificación de Madera. Medellín, Colombia: Facultad de ciencias Agropecuarias. Recuperado de <http://191.98.188.189/Fulltext/15149.pdf>

