

EJE DE FORMACIÓN EN INVESTIGACIÓN

MONOGRAFÍA

DESARROLLO DE CONTENEDORES SUSTENTABLES UTILIZANDO LA  
NARANJA COMO MATERIA PRIMA

Autores

Laura Camila Giraldo Chaverra

Gloria Stefanía González Bautista

Manuela Ochoa Uribe

Estefanía Tello Galeano

Asesores

David A. Torreblanca

Alejandro Alberto Zuleta Gil

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

FACULTAD DISEÑO INDUSTRIAL

MEDELLÍN – ANTIOQUIA

2018

# CONTENIDO

LISTADO DE FIGURAS	3
LISTADO DE TABLAS	3
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.1. TEMA GENERAL DEL PROYECTO	6
1.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO	6
1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN IDENTIFICADO	6
1.4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	8
1.5. HIPÓTESIS	8
1.6. ELEMENTOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	8
1.7. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN: ALCANCE DEL PROYECTO	8
2. JUSTIFICACIÓN	10
3. MARCO DE REFERENCIA	11
3.1. ANTECEDENTES	11
3.2. ESTADO DEL ARTE	15
3.3. CONCEPTUALIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL PROBLEMA.	18
4. OBJETIVOS	20
4.1. OBJETIVO GENERAL	20
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
5. METODOLOGÍA	21
5.1. ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DE LA NARANJA	21
5.2. OBTENCIÓN DE FORMAS A PARTIR DEL FLAVEDO DE LA NARANJA	22
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
6.1. ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DE LA NARANJA	24
6.2. RESULTADO DE PRUEBAS DE LABORATORIO	26
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
8. REFERENCIAS	32
9. ANEXOS	34
9.1. ARTÍCULO	34

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Hongos con micelio de la compañía Ecovative (McIntyr. G, Bayer.E.2015) Recuperado de <a href="https://es.gizmodo.com/">https://es.gizmodo.com/</a> .....	12
Figura 2 Muestras de frutos como lo son: manzana, pera, zucchini, tomate, sandía y fresa que han sido modificados, Extraído de <a href="https://www.scoopnest.com/es/user/TapasDeCiencia/503844168830308353">https://www.scoopnest.com/es/user/TapasDeCiencia/503844168830308353</a> .....	14
Figura 3 Caja artesanal elaborada con cáscara de naranja, siguiendo un proceso de elección, corrección, deshidratación, bruñido y por último pirograbado.(Ramires. Y.) .....	15
Figura 4 (a) Lámpara hecha con cáscaras de naranja, (b) Pocillo fabricado con cáscara de naranja. (sonnenschein.O)Recuperado de <a href="http://www.delartesano.com.ar/">http://www.delartesano.com.ar/</a> .....	15
Figura 5 Tapas para botellas. (a) Referencia IN, (b) referencia Victoria, (c) referencia Proflatseal. Recuperado de: <a href="https://www.unitedcaps-innovations.com/greener-closures/">https://www.unitedcaps-innovations.com/greener-closures/</a> .....	16
Figura 6 Platos de hoja de Musa Paradisiaca Recuperado de <a href="http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/platos-ecologicos-a-base-de-hojas-de-platano.html">http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/platos-ecologicos-a-base-de-hojas-de-platano.html</a> . .....	17
Figura 7 (A) Calabaza creciendo en molde, (B) jarra resultado del molde, (C) vaso terminado y molde. Recuperado de <a href="https://www.dezeen.com/2018/07/31/creme-creates-sustainable-plastic-cup-alternative-from-gourds/">https://www.dezeen.com/2018/07/31/creme-creates-sustainable-plastic-cup-alternative-from-gourds/</a> .....	18
Figura 8 Pruebas de laboratorio. (a) Horno, (b) Compresión, (c) impacto. ....	23
Figura 9 Naranjas seleccionadas en la semana 1, (a) estado de madurez tardío. (b y c) estado de madurez intermedio y (d) estado de madurez temprana .....	24
Figura 10 Naranjas seleccionadas en la semana 3, (a) estado de madurez tardío. (b y c) estado de madurez intermedio y (d) estado de madurez temprana. ....	24
Figura 11 Naranjas seleccionadas en la semana 6, (a) estado de madurez tardío. (b y c) estado de madurez intermedio y (d) estado de madurez temprana. ....	25
Figura 12. Gráfica de la pérdida de humedad del flavedo en el tiempo durante su secado a 60 °C. ....	27
Figura 13. (a) muestras hechas en molde y muestras con morfología natural luego del secado. (b) flavedo en molde.....	28
Figura 14. gráfica de punto de quiebre en prueba de compresión.....	29
Figura 15 (a) tabla de valores prueba de impacto (b) muestras utilizadas para la prueba.....	29

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 medidas en las semanas 1, 3 y 6. ....	26
Tabla 2 valores de la densidad en el flavedo después del secado en horno. ....	30
Tabla 3 Datos sobre densidad y masa. ....	30

## INTRODUCCIÓN

Actualmente en Colombia y en el mundo se ha venido haciendo más evidente la problemática entorno a la contaminación del medio ambiente, donde los residuos sólidos y líquidos mal manejados generados por los seres humanos aumentan dicha preocupación. Los empaques y/o envases contribuyen altamente de forma negativa con los impactos ambientales tanto a nivel local como global. Gracias al mal uso que le dan los seres humanos a los residuos; estos empaques se han vuelto parte de cada uno de los artículos de consumo diario, aislando cada uno de los productos, evitando así el contacto directo de estos con el ambiente hostil en el que se transportan, venden y/o exhiben; por lo tanto, este tipo de empaque se han vuelto parte de los productos en sí.

Los empaques están hechos en su mayoría a partir de polímeros que, para su creación, necesitan de diversos agentes químicos tóxicos y/o nocivos tanto para la salud de los seres vivos como para el ecosistema, y además de esto requieren de la explotación de los recursos naturales para su producción. Pero uno de los principales problemas radica en torno al corto periodo de vida útil que se le da a cada uno de los diferentes empaques, puesto que son desechados casi de forma inmediata y su tiempo de uso es excesivamente reducido, por lo que trae altas repercusiones para el medio ambiente.

Se han propuesto diferentes tipos de soluciones a esta problemática, pero se encuentra que estas se hacen en torno al reciclaje y no desde la producción de dichos elementos. Es en este punto donde nace una propuesta alternativa que radica en la creación de

contenedores obtenidos a partir de la cáscara de naranja, reemplazando de esta manera los empaques convencionales producidos a base de polímeros con una alternativa amigable con el medio ambiente ya que, mediante su proceso, tanto de creación como de uso y desecho no genere consecuencias negativas.

**Palabras clave: Crecimiento controlado; diseño industrial; empaques biodegradables.**

# 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1. TEMA GENERAL DEL PROYECTO

Desarrollo de materiales a partir de materias primas naturales mediante su modificación morfológica y caracterización mecánica.

## 1.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

En este proyecto se llevó a cabo una investigación experimental para determinar las diferentes propiedades y posibles modificaciones del material orgánico, con el objetivo de proponer una metodología para la creación de contenedores sustentables utilizando el flavedo de la naranja como materia prima, para así obtener como resultado una alternativa a los contenedores poliméricos; para esto se inició el proceso con técnicas manuales y artesanales para la creación de los contenedores, que posteriormente fueron analizados mediante pruebas de laboratorio, arrojando de esta forma resultados con valores cuantitativos y cualitativos que se compararon según la relación anteriormente mencionada.

## 1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN IDENTIFICADO

Los residuos sólidos hacen parte del día a día de todos los seres humanos y en su gran mayoría se dispone de manera inadecuada de ellos. Esto se ha convertido a lo largo del tiempo en un problema que diferentes entes quieren mitigar. Sin embargo, este es un fenómeno que ha aumentado considerablemente en los últimos años debido a la alta generación de residuos poliméricos.

En la actualidad hay tantos desechos poliméricos como para cubrir en su totalidad a un país como Argentina (Greyer.J, 2017). Este tipo de desechos en la mayoría de los casos son tratados de forma inadecuada, ya sea por parte de los usuarios directos o indirectos del bien adquirido, poniendo en riesgo la salud de los seres vivos y el ecosistema. Según Valle. A (2017) en Colombia se procesan alrededor de 910.000 toneladas anuales de las principales resinas plásticas evidenciando un consumo per cápita de 24 kilos al año, esto comparado con Brasil 35%, Argentina 48%, Chile 50% evidencia que falta mucho por que el mundo de polímeros se expanda tendiendo de esta forma facilidad en la participación de otro tipo de materiales. Por otro lado, la participación en el mercado de envases y embalajes en América latina está liderada por los empaques rígidos, incluidas las botellas de PET, con un 33,8%, luego se encuentran los empaques de papel y cartón, y los empaques flexibles, con participaciones de 27 y 15,6% comenta Rojas. C (2017) respectivamente.

Es evidente que se hace necesario plantear alternativas que permitan reemplazar el uso de materiales poliméricos, contribuyendo de esta manera con el mejoramiento de las condiciones medio ambientales de nuestro entorno. En este sentido han sido planteadas algunas alternativas dentro de las cuales se encuentra el desarrollo de polímeros biodegradables obtenidos a partir de materias primas distintas a los combustibles fósiles. Sin embargo, esta alternativa no se ha extendido de manera masiva debido al alto costo de los insumos y procesos necesarios para su producción.

Debido a lo anterior, en este trabajo se busca plantear una alternativa para obtener contenedores empleando materiales naturales, específicamente la naranja, como materia prima para su producción.

#### 1.4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la metodología más viable, entre el crecimiento controlado y el moldeado, que permita la obtención de contenedores amigables con el medio ambiente empleando la naranja como materia prima?

#### 1.5. HIPÓTESIS

“Es posible hacer contenedores a partir de la naranja teniendo como finalidad dar una alternativa amigable con el medio ambiente”.

#### 1.6. ELEMENTOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Contaminación, crecimiento controlado, ecosistema, empaques y residuos.

#### 1.7. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN: ALCANCE DEL PROYECTO

Se buscó estudiar el flavedo de diversas naranjas con el fin de usar este material natural, como posible reemplazo de los polímeros a base de petróleo que son empleados en los empaques, esto se hizo por medio de muestras del flavedo que fueron secadas en horno y sometidas a diversas morfologías, para luego ser examinadas mediante algunas pruebas que

permitieron una caracterización de las mismas, con las cuales se obtuvieron unos resultados cuantitativos de resistencia, dureza, impacto y compresión. Con estos resultados se pudo determinar la viabilidad del uso de este material para el fin deseado, sin embargo, en este trabajo no se busca obtener o desarrollar productos o empaques.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente en Colombia y en el mundo se ha venido haciendo más evidente el problema que hay frente a la contaminación con respecto a los residuos plásticos generados por los empaques y/o envases de las diferentes empresas productoras de estos; lo que contribuye con grandes impactos ambientales tanto a nivel local como global. Dicho impacto es posible mitigarlo en la medida que se planteen alternativas de producción de empaques o embalajes sin generar alteraciones en el ecosistema. Es por ello que en esta investigación se pretende proponer una metodología para la generación de formas que permitan la obtención de contenedores empleando la cáscara de naranja como materia prima, evitando así el uso de químicos que alteren o hagan daño tanto al entorno como a sus habitantes. Contribuyendo así con la reducción de la huella de carbono ocasionada por la producción masiva de empaques poliméricos, permitiendo nuevas propuestas de diseño enfocadas en la creación de un producto sustentable.

Esta propuesta compone un planteamiento sistémico que se encarga de integrar materiales, procesos y etapas de fabricación hasta que se presenta el producto final. Pues por medio de esta investigación se aprovecha la totalidad de la naranja evitando los desperdicios, utilizándolos para la elaboración de nuevos materiales, mitigando de esta forma el impacto medio ambiental con nuevas propuestas que desde el diseño industrial pueden ser solucionadas con una materia prima que nos proporciona nuestro medio ambiente.

### 3. MARCO DE REFERENCIA

#### 3.1. ANTECEDENTES

Los empaques son elementos que se encargan de proteger algún producto que contengan en su interior; facilitan la venta, distribución, almacenamiento, presentación y uso del producto. Dependiendo del tipo de contacto que los empaques tienen con el producto, estos se dividen en diferentes categorías; está el empaque primario, también conocido como envase, el cual tiene contacto directo con el producto; el secundario es el que contiene el producto y el envase; y el terciario se evidencia comúnmente como embalaje. Comenta Corradine (2014), que hoy en día los empaques se han vuelto necesarios a causa de que cumplen funciones en intercambio de información, protección, conservación, distribución y promoción, siendo esta última una función importante y prioritaria el llamar la atención y atraer al consumidor al mismo tiempo que destaca la marca, esta es la función que conduce a la compra.

Los materiales con los que se realizan los empaques generalmente son resultado de la explotación de los recursos, pues la mayoría son realizados con polímeros o derivados de la madera aun así en el mercado se evidencian alternativas tales como los papeles vírgenes de fibras largas, biopolímeros, entre otros que buscan la forma de reemplazar los polímeros a base de petróleo; todos con certificaciones no solo ambientales e incluso para el uso en empaques primarios afirma Green Pack S.A.S.(2006) pues estos materiales ofrecen una vida más amigable además de que ofrecen la versatilidad de ser manipulados y producidos en la industria.

La biotecnología ofrece oportunidades interesantes como alternativas novedosas y más sostenibles para el diseño y la fabricación de productos. Uno de los enfoques más prometedores es la fabricación de materiales de organismos vivos, como hongos y bacterias afirma Camere. S, Karana. E, (2018), un gran ejemplo de esto es el trabajo realizado por los Gavin McIntyre y Eben Bayer los cuales son fundadores de Ecovative, los cuales manipulan hongos como lo muestra en la Figura 1 en una producción masiva, *estos son* formados por un conjunto de fibras llamadas micelios. Estas fibras, generalmente de color blanquecino y apariencia mohosa, crecen a velocidades de vértigo y, bajo las condiciones adecuadas de temperatura, oxígeno o luz, ‘florecen’ en forma de los diversos tipos de setas además los micelios tienen la particularidad de cohesionar cualquier material blando junto al que crezcan. En otras palabras, son un pegamento natural que crece relleno de los huecos de cualquier molde en el que lo introducimos. En Ecovative mezclan micelios con virutas de madera para generar un material ligero, bastante resistente y que aísla tan bien como la espuma de poliuretano. A diferencia de los plásticos, este material hecho de hongos es completamente biodegradable.



Figura 1 Hongos con micelio de la compañía Ecovative (McIntyre. G, Bayer. E. 2015) Recuperado de <https://es.gizmodo.com/>

Otra exposición de materiales orgánicos en la industria es evidenciado por parte de la Planta Piloto de Ingeniería Química (Plapiqui) perteneciente al Consejo Nacional de investigaciones científicas y técnicas (Conicet) quienes diseñan modelos de experimentación con el armado de envoltorios basados en polipropileno de origen sintético pero con la incorporación de películas de gelatina. El beneficio no es sólo ecológico sino también económico, dado su bajo costo. Comenta el Diario Bae (2018), al igual que también se estudia el procesamiento del ácido poliláctico (PLA), un bioplástico que no presenta mucha producción pero que se presenta como una alternativa que es producida a partir la fermentación de almidón de papa o maíz con bacterias lácticas y además es biodegradable.

A pesar de que no se evidencian opciones que estén muy inmersas en la mercadotecnia si se encuentran opciones e investigaciones que ayudan a dar una nueva orientación a los materiales para empaques.

Según Rupp.R (2014) la modificación morfológica de las frutas se remonta desde la época de los antiguos Chinos donde en el caso de ellos, colgaban piedras de los extremos de los pepinos con la esperanza de que la tracción los enderezara y no se hicieran las espirales de estos, por otro lado estaban los Romanos, los cuales ponían los pepinos dentro de cañas o bastones huecos con la intención de que estos crecieran con esta forma recta y por último estaban los Victorianos los cuales solucionaron el problema de los pepinos en espiral, creando contenedores cilíndricos de vidrio de hasta 24 pulgadas de largo, en donde insertaban los pepinos sin madurar forzándolos así a crecer de un forma completamente recta y controlada; en la actualidad se han evidenciado algunos trabajos de la modificación

morfológica del flavedo en su fase de crecimiento tal como lo muestra la Figura 2, en donde se hace necesario de moldes traslúcidos y de calibre considerable para así favorecer el crecimiento del fruto.



Figura 2 Muestras de frutos como lo son: manzana, pera, zucchini, tomate, sandía y fresa que han sido modificados, Extraído de

<https://www.scoopnest.com/es/user/TapasDeCiencia/503844168830308353>

Sobre el crecimiento controlado se han realizado algunos trabajos, y sobre la modificación por molde del flavedo una vez el fruto ya no está en el árbol se encuentran trabajos artesanales. Sin embargo, tras la revisión de la literatura realizada no se encontraron trabajos sistemáticos que trataran sobre el crecimiento y modificación de flavedos para la obtención de contenedores.

A continuación, se presentarán dos trabajos relacionados con el tema, evidenciando sus fines artesanales, en la Figura 3a se muestra el flavedo preparado y secado con una modificación morfológica a partir de moldes, esto a diferencia de la Figura 3 b y c, donde se muestra un trabajo realizado por Yessica Ramírez una artesana que realiza contenedores con diversas modificaciones del flavedo seco, desde su acople a moldes hasta su aglomeración con resinas para crear diferentes objetos. Estas fueron pirograbadas,

moldeadas y bruñidas; otra intervención es evidenciada es un proyecto estudiantil israelí liderado por Ori Sonnenschein en donde seleccionan el flavedo de la naranja y este es modificado a presión como lo muestra la Figura 4b esto sin la necesidad de adicionarle algún recubrimiento o secado en especial.



Figura 3 Caja artesanal elaborada con cáscara de naranja, siguiendo un proceso de elección, corrección, deshidratación, bruñido y por último pirograbado.(Ramires. Y.)



Figura 4 (a) Lámpara hecha con cáscaras de naranja, (b) Pocillo fabricado con cáscara de naranja. (sonnenschein.O)Recuperado de <http://www.delartesano.com.ar/>

### 3.2. ESTADO DEL ARTE

Hoy en día se pueden encontrar numerosos estudios y proyectos sobre empaques hechos de polímeros de origen biológico, como la caña de azúcar, fécula de maíz, hojas de plátano, entre otros, para reemplazar los polímeros a base de petróleo. Sin embargo, investigaciones tan específicas como el crecimiento controlado y adaptación en moldes del flavedo de las naranjas, no se encuentran; se mostrarán entonces cuatro casos de estudio sobre el desarrollo de estos materiales para empaques y desechables.El primer caso es un trabajo

realizado entre United Caps y Braskem (United caps y Braskem, 2018) (Wiltz, Luxemburgo, and São Paulo, Brasil, 23 August 2018.), este estudio pretende que las tapas de diferentes empaques sean sustentables, ya que cada etapa de creación de las tapas (materia prima, fabricación y desecho) aporta a el medio ambiente de manera positiva. Este proyecto consiste en la implementación de la caña de azúcar para extraer etanol, el cual es deshidratado y convertido en etileno “verde” luego este pasa a plantas de polimerización donde lo transforman en polietileno a base de caña. Con este material fabrican tapas para botellas de distintos tipos, como se puede ver en la Figura 5.



Figura 5 Tapas para botellas. (a) Referencia IN, (b) referencia Victoria, (c) referencia Proflatseal. Recuperado de: <https://www.unitedcaps-innovations.com/greener-closures/>

Desde la facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, (Arroyabe et. al 2017) nueve estudiantes trabajaron en un proyecto para reducir la producción de los platos desechables, creando así unos a base de hoja de plátano (*Musa paradisiaca*) como muestra la Figura 6, para industrializarlos. Destacan que de esta planta solo se aprovecha el 30% en cada cosecha, pero con el uso de sus hojas este porcentaje incrementa notablemente. Para la fabricación de los platos se sigue un proceso que comienza con un lavado superficial, luego pasan por la selección de las hojas para tener las de mejor calidad, se les retira el raquis y se procede al corte, una vez listas pasan a la fabricación del plato, pegando las hojas con almidón de yuca añadiendo una capa intermedia de cartón biodegradable, se secan al horno,

pasan luego al prensado para dar la forma y se secan de nuevo para ser empacados y distribuidos.



Figura 6 Platos de hoja de Musa Paradisiaca Recuperado de <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/articulo/platos-ecologicos-a-base-de-hojas-de-platano.html>.

Por otro lado, (Morris, A. Dezeen. 2018) el estudio de diseño Cremé, en Brooklyn, trabaja en un proyecto aún en desarrollo, están estudiando la calabaza como material para reemplazar las tasas de café desechables. Para esto, cultivan estas frutas en moldes impresos en 3D, lo que se ha entendido como crecimiento controlado, dejan la fruta allí hasta que se seca, luego abren los moldes, se cortan y se limpian las calabazas, estas, al secarse son impermeables, por lo tanto, son ideales para ser utilizadas como contenedores de líquidos. En la Figura 7 se pueden apreciar los moldes y resultados.

Intentaron hacer esto de manera 100% natural sin embargo se dieron cuenta que existen muchos factores que no podían controlar, como la humedad, las plagas y fenómenos naturales como las inundaciones, por esto decidieron cultivarlas en un huerto instalado en un contenedor, el cual aún está en estudio. “Podemos convertir las calabazas en formas funcionales personalizables, como tazas y jarras que pueden ser compostados en lugar de llenar los vertederos como la alternativa plástica.” Dijo el estudio de diseño.



Figura 7 (A) Calabaza creciendo en molde, (B) jarra resultado del molde, (C) vaso terminado y molde.  
Recuperado de <https://www.dezeen.com/2018/07/31/creme-creates-sustainable-plastic-cup-alternative-from-gourds/>

### 3.3. CONCEPTUALIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL PROBLEMA.

Existen algunos conceptos relevantes que se abordan en la presente investigación y, para mejor comprensión estos se identificarán y definirán.

- *Contaminación*, “Introducción o presencia de sustancias, organismos o formas de energía en ambientes a los que no pertenecen” Lilia A Albert (2004) alterando de esta manera el equilibrio del ecosistema generando problemas a largo plazo.
- *Crecimiento controlado*, se entenderá desde la Morfología, enfocado al ámbito biológico / ecológico, ya que lo que se pretende es controlar el crecimiento de las frutas y, crear de esta manera diferentes empaques que sean biodegradables, en una propuesta sostenible con un enfoque sistémico que integra materiales biodegradables y procesos amistosos con el ecosistema.
- *Ecosistema*, se puede entender como como un sistema biológico constituido por una comunidad de seres vivos y el medio natural en que viven. Comenta Tobón, G (2013)

- *Empaques, “Medio técnico, industrial y de mercadeo usado para contener, proteger, identificar y facilitar la venta y distribución de productos” (Vargas F y Castellanos O. 2005)*
- *Los residuos, son materiales que los seres humanos desechan al finalizar su trabajo o cumplido con su misión. Se trata, por lo tanto, de algo inservible que se convierte en basura y que, para el común de la gente, no tiene valor económico y al perder el mismo, muchos de los usuarios de estos residuos no entienden la dimensión de las consecuencias causadas al no reciclar los residuos. Un ejemplo claro de estos residuos contaminantes son los envases PET, los cuales están hechos a base de polímeros termoplásticos extraídos del petróleo, por ende, son altamente contaminantes, estos envases son los que se encuentran en la gran mayoría de productos de consumo diario. Afirma Ulloa, A. (2017)*

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer una metodología para generación de contenedores sustentables utilizando la naranja como materia prima, con la finalidad de crear una alternativa a los contenedores poliméricos.

### 4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar al menos dos metodologías para la obtención de morfologías controladas mediante la adaptación de la materia prima a una preforma definida.
- Aplicar la metodología seleccionada a la generación de contenedores con al menos tres morfologías diferentes.
- Caracterizar el material empleado para el desarrollo de las formas planteadas.
- Evaluar el efecto de la forma sobre el comportamiento mecánico del material.

## 5. METODOLOGÍA

Para poder alcanzar los objetivos planteados en el presente artículo, se plantea la necesidad de realizar dos estudios alternos sobre la obtención de morfologías controladas a partir de la naranja; de modo que se pudiera comprender su comportamiento y propiedades mecánicas y morfológicas. Uno de los estudios se enfocó en el cambio de morfología desde su crecimiento, mientras que el otro, hizo énfasis en la caracterización del flavedo (cáscara) de la naranja. Los detalles para el trabajo con ambas metodologías se explican a continuación:

### 5.1. ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DE LA NARANJA

Para esto se realizó la selección de 4 frutos en diferentes etapas de maduración: temprana, intermedia y tardía o madura. Luego de esto, cada uno de los frutos se sometió a una prueba de presión mediante amarras poliméricas ubicadas horizontalmente en el centro de la naranja de tal forma que esta abarcara su circunferencia. Se tomaron medidas de los diámetros justo encima de la amarra semanalmente durante dos meses, para tener un control más claro sobre su transformación en el tiempo, para tomar estas medidas fue usado un pie de rey; y se tomaron fotos para tener un referente visual de estos cambios. Toda esta información se registró en fichas de recolección diseñadas como tablas, donde cada toma de medidas va acompañada de una foto, la fecha y una descripción de lo ocurrido por cada una de las naranjas encontradas. Se debe tener en cuenta que esto se hizo en un clima tropical con temperatura media de 20°C a una altura de 2200 msnm.

## 5.2. OBTENCIÓN DE FORMAS A PARTIR DEL FLAVEDO DE LA NARANJA

Este proceso inició con la selección de las naranjas, para lo cual es importante que la cáscara esté en óptimas condiciones en términos de magulladuras, perforaciones o demás daño que puedan ser causados por agentes externos. Luego se procedió con la extracción de la pulpa, para lo cual se utilizó una cuchara y un cuchillo hasta dejar expuesto el flavedo, conocido como la epidermis o la cáscara de naranja. Al realizar este procedimiento fue necesario tener cuidado de no alterar o perforar el flavedo. Una vez obtenido el flavedo de la naranja se procedió con su secado en un horno de convección forzada marca DIES, a una temperatura de 60°C durante 7 horas (fig. 9). Antes de realizar este procedimiento se registró su masa y se tomaron medidas de las muestras con el fin de ver el grado de contracción y la pérdida de masa de las muestras al final del proceso. Durante el secado se registró su masa con el fin de conocer el punto en el cual el flavedo se deshidrataba en su totalidad. Para esto último se empleó una balanza analítica marca STEINBERG BASICS.

Luego de preparar las muestras se tomaron medidas de su densidad y dureza empleando una balanza analítica marca STEINBERG BASICS y un durómetro Shore marca SAUTER HBA 100-0, respectivamente. Adicionalmente, se realizaron las pruebas mecánicas de compresión e impacto. La prueba de compresión fue realizada en una máquina de ensayos universal INTRON 5582, a una velocidad de 3mm/minuto sometiendo el flavedo en forma de casquete y en forma cilíndrica a una presión cada vez mayor hasta manifestar su primera grieta. Para la prueba de impacto se utilizó el péndulo charpy e Izod - Satec systems, para poder hacer uso de esta máquina fue

necesaria una pequeña muestra de flavedo en forma de plaqueta Figura 8 que era sujeta para luego ser impactada por un péndulo.

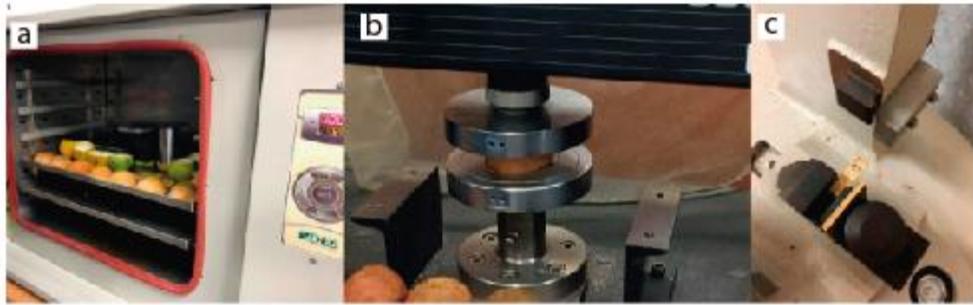


Figura 8 Pruebas de laboratorio. (a) Horno, (b) Compresión, (c) impacto.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DE LA NARANJA

En la semana 1, se le adaptaron zunchos a las naranjas seleccionadas, como muestra la Figura 9. Se esperaba que al estar estas en diferentes estados de madurez los resultados de cada una dependieran de esto, pues al estar en diferentes etapas de crecimiento podría evidenciar diferencias en la copia del molde asignado. Las medidas se muestran en la Tabla 1.



Figura 9 Naranjas seleccionadas en la semana 1, (a) estado de madurez tardío. (b y c) estado de madurez intermedio y (d) estado de madurez temprana

En la semana 2, el cambio no fue evidente visualmente para la mayoría de naranjas, sin embargo, la naranja en estado de madurez temprano comienza a mostrar una transformación en su morfología.

En la semana 3 las naranjas (b, c y d) presentaron cambios visuales, dejando ver en ellas la cintura que marca el zuncho; sin embargo, la naranja (a) no mostró cambios notorios a la vista, tal como lo muestra la Figura 10, sus medidas se evidencian en la Tabla 1.

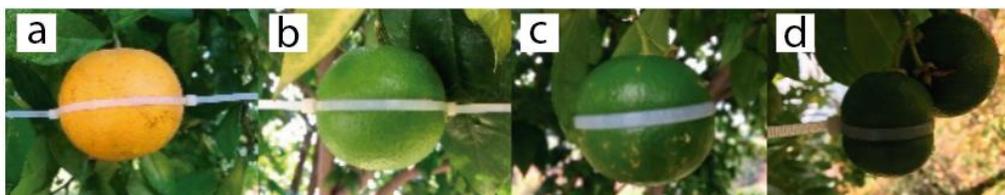


Figura 10 Naranjas seleccionadas en la semana 3, (a) estado de madurez tardío. (b y c) estado de madurez intermedio y (d) estado de madurez temprana.

En las semanas 4 y 5 el cambio fue mucho más evidente, tanto visualmente como en las medidas, sin embargo, la naranja en estado tardío de madurez es la que menos cambió aumentando solo décimas de milímetro. Al igual que lo sucedido con las muestras en las semanas pasadas, las naranjas en estado intermedio mostraron una cintura mucho más evidente, incrementando de a 2 mm semanales aproximadamente, la naranja en estado temprano, para la semana 5 había reventado la amarra y aumentado 3 milímetros. Se tomó la decisión de no volver a poner el zuncho para estudiar el comportamiento de la naranja sin este, es decir, para ver si conservaba la cintura o recuperaba su forma original.

La semana 6, fue la última toma de medidas, para esta fecha las naranjas intermedias (b y c) fueron las que aumentaron más su dimensión, haciendo su cintura más evidente. La naranja tardía (a) no presentó cambios evidentes y la naranja en estado temprano de madurez (d) aumentó casi 3 mm y perdió un poco de cintura, sin embargo, conservó la marca de la amarra y sus detalles, todo lo mencionado anteriormente se evidencia en la Figura 11 y las medidas en la Tabla 1



Figura 11 Naranjas seleccionadas en la semana 6, (a) estado de madurez tardío. (b y c) estado de madurez intermedio y (d) estado de madurez temprana.

Fecha	Naranja	Fotos	Medidas Cm	Fecha	Naranja	Fotos	Medidas Cm	Fecha	Naranja	Fotos	Medidas Cm
04/03/18	1		6.82	18/03/18	1		6.89	22/04/18	1		6.94
	2		4.48		2		4.55		2		5.28
	3		5.31		3		5.53		3		6.32
	4		3.02		4		3.3		4		3.95

Tabla 1 medidas en las semanas 1, 3 y 6.

## 6.2. RESULTADO DE PRUEBAS DE LABORATORIO

Por otro lado, y tal como se describió en la metodología, otros de los métodos empleados en este trabajo es el de la obtención de formas a partir del moldeado del flavedo de la naranja. Para esto se realizó inicialmente un secado, para lo cual se empleó un horno de convección forzada a una temperatura de 60°C durante 7 horas mientras que los flavedos eran adaptados a diferentes formas geométricas, formas que iban adquiriendo sin ser forzados a medida que van perdiendo su porcentaje de humedad.

Para determinar el tiempo de secado se realizó una prueba previa en el horno de convección forzada a una temperatura de 60°C con diferentes flavedos, tomando su peso en una balanza analítica marca Steinberg Basics antes de ser introducidas al horno y previamente cada media hora, estableciendo de esta manera el tiempo de secado en el que se estabiliza la pérdida de humedad, lo que dio como resultado que eran 7 horas necesarias a dicha temperatura para perder el mayor porcentaje de humedad como se muestra en la Figura 12.

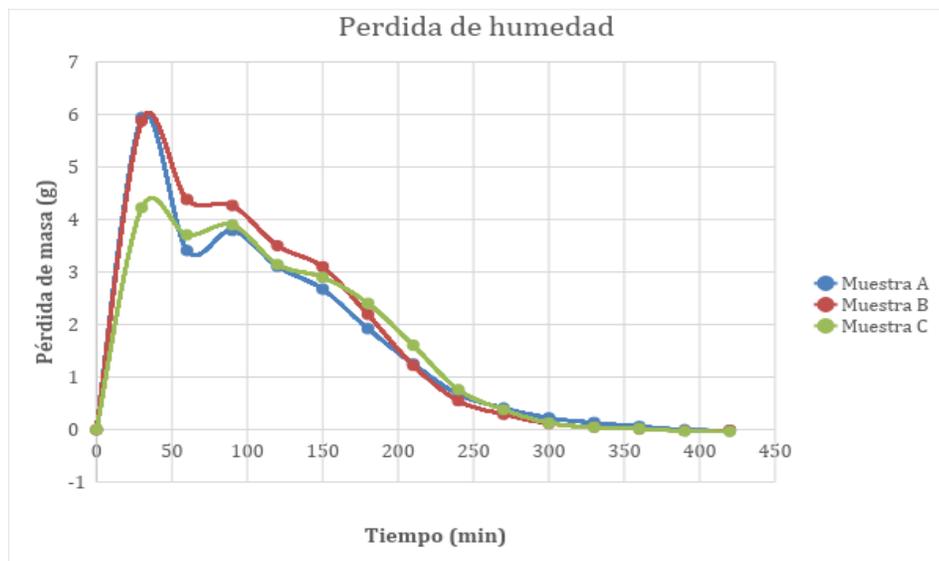


Figura 12. Gráfica de la pérdida de humedad del flavedo en el tiempo durante su secado a 60 °C.

Se puede evidenciar un comportamiento similar en todas las cáscaras y a pesar de que pasados los 100 minutos no se encuentra una uniformidad, es posible llevarlas a 0 entre los 370 min y 400 min. Teniendo el tiempo necesario para la pérdida de humedad, se realizó otra prueba en el horno de convección forzada a una temperatura de 60°C, adaptando a diferentes formas los flavedos mediante diversos moldes como se puede ver en la Figura 13a Para ello se recurrió a dos (2) cilindros rígidos, dos (2) cubos rígidos de diferentes medidas y además diferentes piezas para así generar peso y poder obtener las formas deseadas en los flavedos, las piezas utilizadas eran en acero y contaban con un peso de 3 kg. A su vez, para poder retirar los diferentes flavedos de las respectivas piezas una vez terminado el secado; fue necesario sacar las piezas varias veces del horno antes de que el proceso alcanzara el tiempo requerido, e ir moviendo los flavedos poco a poco como se muestra en la Figura 13b, para que estos no fueran a contraerse completamente en el molde ni adherirse a este, ya que de lo contrario resultaría imposible retirarlos sin fracturarlos, se

decidió hacerlo de esa manera porque previamente se intentó utilizar en este proceso un desmoldante natural compuesto por aceite y jabón de coco, pero al momento de retirar las muestras del horno se observó que este componente impidió el adecuado secado de los flavedos.



Figura 13. (a) muestras hechas en molde y muestras con morfología natural luego del secado. (b) flavedo en molde.

Se pudo demostrar como la cáscara de naranja tiene la característica de moldearse a diferentes formas mientras va perdiendo humedad sin retornar a su estado inicial, lo que permite su implementación en el ámbito industrial.

Al transcurrir las 7 horas en el horno se retiraron los flavedos de las piezas de acero, con lo cual se evidenció la capacidad de éstos de adoptar la forma del molde a la perfección; sin embargo, dependiendo de la forma en la que se seque el flavedo, será la resistencia adquirida por el mismo. En las pruebas de compresión, se observó que la forma cilíndrica es la que mejor desempeño tuvo al poder resistir aproximadamente hasta 65 kilogramos de peso mientras que la forma de casquete es la forma que presento menor desempeño ya que soportó hasta 17 kilogramos aproximadamente, esto se puede observar en la Figura 14

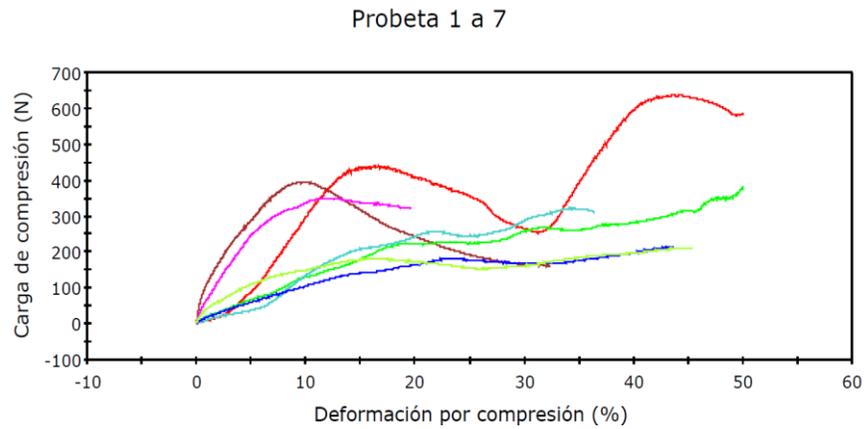


Figura 14. gráfica de punto de quiebre en prueba de compresión

No obstante, el flavedo por más tiempo que pase en el horno de convección nunca va a perder en su totalidad el porcentaje de humedad, siempre va a tener cierta cantidad de fluidos semejantes a un aceite natural.

En la prueba de impacto que se realizó con muestras rectangulares, como se muestra en la Figura 15b se evidenció que el flavedo de la naranja es un material que presenta una resistencia baja ya que se fractura fácilmente con una energía en Libras-Pie de alrededor 0.530, evidenciado en la Figura 15a dando como resultado que estos contenedores no tendrán como objetivo principal la protección de productos frágiles.

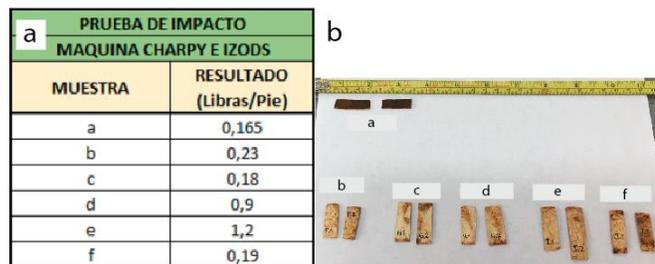


Figura 15 (a) tabla de valores prueba de impacto (b) muestras utilizadas para la prueba.

En la prueba de dureza que se le realizó a siete (7) muestras diferentes dio como resultado que las piezas presentan una dureza que funciona para el fin que se desea alcanzar con el proyecto y a pesar de que las muestras posean diferentes formas presentan un promedio de dureza entre 85 y 92, evidenciado en la Tabla 2

Dureza					
Puntos:	punto 1	punto 2	punto 3	punto 4	promedio
Muestra	Valor				
1	93	90	95	94	93
2	94	90	93	96	93,25
3	89	91	92	92	91
4	88	91	97	95	92,75
5	95	90	85	92	90,5
6	75	89	88	90	85,5
7	85	80	84	94	85,75

Tabla 2 valores de la densidad en el flavedo después del secado en horno.

Para observar los cambios en la densidad del flavedo se tomaron los datos previos y posteriores al secado en el horno, como se muestra en la Tabla 3 Las muestras presentaron una gran pérdida de masa y densidad, sin embargo, el cambio en su tamaño no fue significativo, lo que resulta positivo para la finalidad de este proyecto.

Densidad plaquetas de ensayo												
	Antes del horno						Despues del horno					
	Masa (g)	Ancho mm	Largo mm	Espesor mm	Volumen mm	Densidad	Masa (g)	Ancho mm	Largo mm	Espesor mm	Volumen mm	Densidad
A	9,4322	50	70,5	3	10575,00	0,0008919338061	3,0188	36,79	66,26	1,35	3290,90	0,0009173168128
B	7,9242	40,1	60,6	3,02	7338,78	0,0010797770576	2,7348	29,1	61,9	1,86	3350,40	0,0008162608912
C	11,4141	50,1	70,5	4	14128,20	0,0008078948486	3,9853	40,74	67,14	2,05	5607,33	0,000710730244
D	9,7411	40,1	60,7	4,13	10052,71	0,0009690024752	2,7187	36,98	62,24	2,87	6605,69	0,0004115692313
E	7,3706	30,9	60,8	3,29	6180,99	0,001192462928	2,0569	30,85	62,3	1,71	3286,54	0,0006258551824
F	10,229	30,8	70,8	2,29	4993,67	0,002048395071	2,7681	27,52	66,61	1,42	2603,01	0,001063421821
G	15,5108	40,3	124	3,41	17040,45	0,0009102340713	4,5821	31,39	115,31	1,99	7202,97	0,0006361407239

Tabla 3 Datos sobre densidad y masa.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Aunque es posible modificar el fruto durante su crecimiento, es un proceso largo, por lo cual implicaría un aumento económico en el producto final, a su vez la extracción de la pulpa o mesocarpio se hace bastante tediosa sin dañar la forma obtenida.
- La investigación realizada mediante las diferentes pruebas de laboratorio comprobó la necesidad del secado artificial de las cáscaras de naranja para su óptimo rendimiento y así evitar el rápido deterioro de las mismas (hongos, bacterias). Siendo este el método adecuado para la obtención de contenedores.
- Debido a que se desea obtener contenedores con el flavedo de la naranja, este necesita ser impermeabilizado para así evitar la absorción de humedad o creación de hongos una vez haya perdido el porcentaje de humedad requerido.
- Con base en las propiedades evaluadas, el material presenta condiciones adecuadas para contener productos secos o fluidos siempre y cuando su tiempo de contacto con dicho fluido no sea prolongado.

## 8. REFERENCIAS

- Caracol Radio (2016). Las basuras en Colombia: ¿una bomba de tiempo? Colombia.
- Cárdenas. J. (2017). En Cali se generan 1700 toneladas diarias de residuos sólidos y solo se recicla el 10 %. Periódico el país. Cali. Colombia.
- Greyer (2017). "Hay tantos residuos de plástico en el mundo que podrían cubrir un país como Argentina". BBC Mundo. Estados Unidos De América.
- Rojas, C.(2017, 16 de mayo) “La industria de empaques ‘made in Colombia’”, De Logística. Recuperado de: <https://revistadelogistica.com/empaque/4898/>
- Morris, A. (2018, 31 de julio) “Crème grows gourds in moulds to create biodegradable HyO-Cup”. Dezeen. Recuperado de <https://www.dezeen.com/2018/07/31/creme-creates-sustainable-plastic-cup-alternative-from-gourds/>
- Agencia de noticias UN (17 de agosto 2017) “Platos ecológicos a base de hojas de plátano”. Universidad nacional de colombia, sede Medellín. Recuperado de: <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/articulo/platos-ecologicos-a-base-de-hojas-de-platano.html>
- United Caps y Braskem. (2018) “UNITED CAPS and Braskem Embrace Bio-sourced Plastics for GREENER Closures made from sugar cane, bio-sourced plastics offer a new level of sustainability” Company news. Recuperado de: <https://www.unitedcaps.com/company/news/press/detail/news/united-caps->

[and-braskem-embrace-bio-sourced-plastics-for-greener-closures-made-from-sugar-cane/](#)

- Camere.S, Karana.E; (2018) "Fabricating materials for living organisms: design practice", Vol. 186 ISSN 0959-6526, extraido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618307388>
- Diario Bae (2018), "Crean packagin con materiales naturales para alimentos" recuperado de <http://www.packaging.enfasis.com/notas/7254-crean-packagings-materiales-naturales-alimentos>
- Green pack (2015). "Quienes somos" extraido de <https://greenpack.com.co/quienes-somos/>
- <https://fierrosindustrial.com/noticias/la-industria-esta-avanzando-en-empaque-envases-ecoamigables-presidente-acoplásticos/>

## 9. ANEXOS

### 9.1. ARTÍCULO

#### **DESARROLLO DE CONTENEDORES SUSTENTABLES UTILIZANDO LA NARANJA COMO MATERIA PRIMA**

*Laura C. Giraldo Chaverra*<sup>1</sup>, *Gloria Stefanía González Bautista*<sup>2</sup>, *Manuela Ochoa Uribe*  
*<sup>3</sup> Estefanía Tello Galeano*<sup>4</sup>

Facultad de Diseño Industrial, Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín, Colombia.

<sup>1</sup>laura.giraldoc@upb.edu.co, <sup>2</sup>gloria.gonzalez@upb.edu.co, <sup>3</sup>manuela.ochoa@upb.edu.co

<sup>4</sup>estefania.tellog@upb.edu.co

#### **Resumen**

Este trabajo se realizó con la finalidad de crear contenedores a partir del flavedo de la naranja respondiendo a la pregunta ¿Cómo es posible generar contenedores sustentables a través de la modificación morfológica del flavedo? Para ello, en primera instancia se debe seleccionar el flavedo con unas características específicas, el cual se prepara quitándole la pulpa; posterior a ello se generaron diferentes formas a partir del flavedo, unas cilíndricas, otras en lámina y por último otras son el resultado de un corte vertical en la mitad de las naranjas; luego fueron llevadas a un horno de convección forzada en el que fueron secadas a una temperatura determinada, con unos moldes en específico ayudando a generar la forma deseada. Luego de ser extraídas fueron sometidas a pruebas en las que se logró evidenciar que inicialmente es posible que el flavedo de la naranja se acople a moldes específicos, además, se pudo extraer la humedad de la naranja casi a cero para así tener una uniformidad entre todos los flavedos dando resultados similares que arrojan como conclusión un material que no es tan frágil pero que según cada una de sus formas tiende a maximizar las características del material.

**Palabras Clave:** *Diseño industrial; empaques biodegradables; flavedo; propiedades mecánicas.*

#### **INTRODUCCIÓN**

Actualmente en el mundo se ha venido haciendo más evidente la problemática entorno a la contaminación del medio ambiente, donde los residuos mal manejados generados por los seres humanos aumentan dicha preocupación. Si bien es cierto los empaques y/o envases contribuyen altamente de forma negativa con los impactos ambientales, esto es porque

están hechos en su mayoría a partir de polímeros que para su creación es necesaria la extracción y manipulación de agentes tóxicos; aun así, el principal problema radica en que estos productos tienen un corto periodo de vida útil, siendo entonces desechados en su gran mayoría casi que de forma inmediata evidenciando de esta forma grandes repercusiones en el medio ambiente.

Se han planteado diferentes tipos de soluciones a esta problemática, pero se encuentra que estas se hacen en torno al reciclaje y no desde la producción de dichos elementos. Es en este punto es donde nace una propuesta alternativa amigable con el medio ambiente ya que, mediante su proceso, tanto de creación como de uso y desecho, no genere consecuencias negativas; esta alternativa radica en la creación de contenedores obtenidos a partir del flavedo de la naranja, reemplazando de esta manera los empaques convencionales producidos a base de polímeros

Existen numerosos estudios y proyectos que dan solución a la problemática evidenciada seleccionando materiales naturales de origen biológico, como son la caña de azúcar, la fécula de maíz, hojas de plátano, entre otros, incluso también se ha mostrado la opción de elaborar los empaques con polímeros de origen biológico, entre estos proyectos se destaca un trabajo realizado entre United Caps y Braskem (United caps y Braskem, 2018) (Wiltz, Luxemburgo, and São Paulo, Brasil, 23 August 2018.), en donde la caña de azúcar es procesada y transformada en polietileno, creando tapas de este material biológico como se evidencia en la Figura 16.



Figura 16 Tapas para botellas. (a) Referencia IN, (b) referencia Victoria, (c) referencia Proflatseal.

Otro de los proyectos destacados fue realizado en la universidad nacional (Arroyabe et. al 2017) en donde tenían como finalidad la reducción de platos desechables, para la solución de esto se tomó como materia prima las hojas del plátano tal como muestra la Figura 17 en donde se encuentra el producto final, el cual fue prensado y pegado con almidón de yuca con una capa intermedia de cartón biodegradable.



Figura 17. Platos de hoja de Musa Paradisiaca.

Por otro lado, Morris, 2018, trabaja en un proyecto que aún está en desarrollo, en el cual se estudia la calabaza como material para reemplazar las tasas de café desechables, llamado El estudio de diseño Cremé, en Brooklyn. Para esto, cultivan estas frutas en moldes impresos en 3D, lo que se ha entendido como crecimiento controlado, dejan la fruta allí hasta que se seca, luego abren los moldes, se cortan y se limpian las calabazas, estas, al secarse son impermeables, por lo tanto, son ideales para ser utilizadas como contenedores de líquidos. En la Figura 18 se pueden apreciar los moldes y resultados.



Figura 18. (A) Calabaza creciendo en molde, (B) jarra resultado del molde, (C) vaso terminado y molde.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es encontrar una metodología en la que usando como materia prima el flavedo de la naranja se puedan obtener contenedores biodegradables que se puedan usar en el día a día para así reducir el impacto evidenciado por los empaques.

## METODOLOGÍA

Este proceso inició con la selección de naranjas en óptimas condiciones (sin magulladuras, ni perforaciones, entre otros daños), se extrae la pulpa utilizando una cuchara, dejando solo el flavedo, posteriormente se secan empleando un horno de convección forzada marca DIES a una temperatura de 60°C durante 7 horas como se muestra en la Figura 19a. Las muestras fueron pesadas con una balanza analítica marca STEINBERG BASICS y medidas con un pie de rey marca HELIOS PREISSER, estos valores fueron

tomados antes y después del secado, con el fin de observar la pérdida de masa de las muestras al final del proceso y conocer así el punto en el cual el flavedo se deshidrata en su totalidad.

Una vez terminado el proceso de secado, se tomó medidas de su densidad y dureza empleando una balanza analítica marca STEINBERG BASICS y un durómetro Shore marca SAUTER HBA 100-0, respectivamente. Esto para cada muestra ya que poseían morfologías diferentes; adicionalmente, se realizaron las pruebas mecánicas de compresión e impacto.

La prueba de compresión fue realizada en una máquina de ensayos universal INTRON 5582, a una velocidad de 3 mm/minuto sometiendo el flavedo en forma de casquete y en forma cilíndrica a una presión cada vez mayor hasta manifestar su primera grieta, mostrado en la Figura 19b. Para la prueba de impacto se utilizó el péndulo charpy e Izod - Satec systems, para poder hacer uso de esta máquina fue necesaria una pequeña muestra de flavedo en forma de plaqueta, mostrada en la Figura 19c que era sujeta para luego ser impactada por un péndulo.

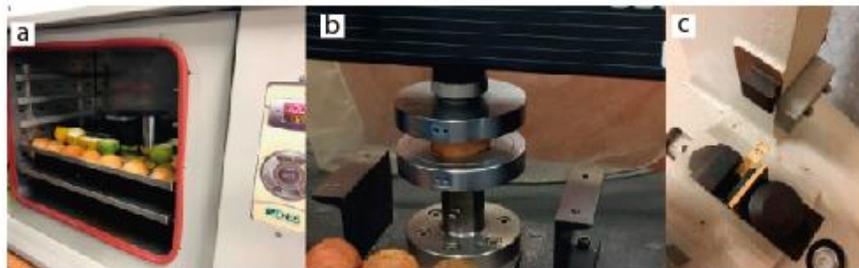


Figura 19 Figura 4 Pruebas de laboratorio. (a) Horno, (b) Compresión, (c) impacto.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inicialmente una de las finalidades era reducir la humedad de las naranjas, para esto los flavedos fueron sometidos a un horno de convección en una temperatura constante de 60°C, se puede ver el comportamiento de 3 muestras en la Figura 20.

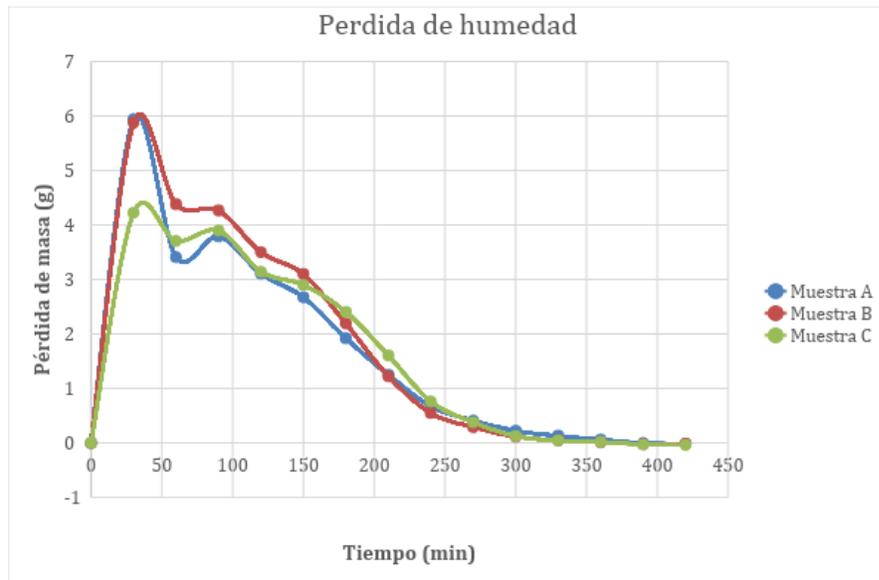


Figura 20. En la gráfica de pérdida de humedad del flavedo en el tiempo durante su secado a 60 °C.

Se puede evidenciar un comportamiento similar en todas las cáscaras y a pesar de que pasados los 100 minutos no se encuentra una uniformidad, es posible llevarlas a 0 entre los 370 min y 400 min. Teniendo el tiempo necesario para la pérdida de humedad, se realizó otra prueba en el horno de convección forzada a una temperatura de 60°C, adaptando a diferentes formas los flavedos mediante diversos moldes como se puede ver en la Figura 21a. Para ello se recurrió a dos (2) cilindros rígidos, dos (2) cubos rígidos de diferentes medidas y además diferentes piezas para así generar peso y poder obtener las formas deseadas en los flavedos, las piezas utilizadas eran en acero y contaban con un peso de 3 kg. A su vez, para poder retirar los diferentes flavedos de las respectivas piezas una vez terminado el secado; fue necesario sacar las piezas varias veces del horno antes de que el proceso alcanzara el tiempo requerido, e ir moviendo los flavedos poco a poco como se muestra en la Figura 21b, para que estos no fueran a contraerse completamente en el molde ni adherirse a este, ya que de lo contrario resultaría imposible retirarlos sin fracturarlos, se decidió hacerlo de esa manera porque previamente se intentó utilizar en este proceso un desmoldante natural compuesto por aceite y jabón de coco, pero al momento de retirar las muestras del horno se observó que este componente impidió el adecuado secado de los flavedos.



Figura 21 (a) muestras hechas en molde y muestras con morfología natural luego del secado. (b) flavado en molde.

Al transcurrir las 7 horas en el horno se retiraron los flavados de las piezas de acero, con lo cual se evidenció la capacidad de éstos de adoptar la forma del molde a la perfección; sin embargo, dependiendo de la forma en la que se seque el flavado, será la resistencia adquirida por el mismo. En las pruebas de compresión, se observó que la forma cilíndrica es la que mejor desempeño tuvo al poder resistir aproximadamente hasta 65 kilogramos de peso mientras que la forma de casquete es la forma que presentó menor desempeño ya que soportó hasta 17 kilogramos aproximadamente, esto se puede observar en la Figura 22.

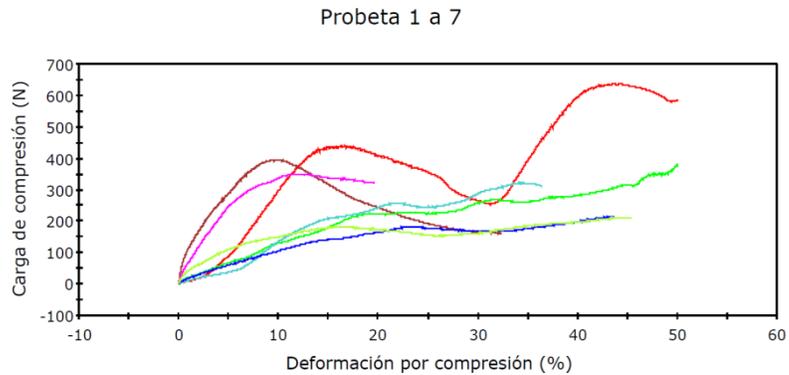


Figura 22. gráfica de punto de quiebre en prueba de compresión.

En la prueba de impacto que se realizó con muestras rectangulares, como se muestra en la Figura 23b se evidenció que el flavado de la naranja es un material que presenta una resistencia baja ya que se fractura fácilmente con una energía en Libras-Pie de alrededor 0.530, evidenciado en la Figura 23a dando como resultado que estos contenedores no tendrán como objetivo principal la protección de productos frágiles.

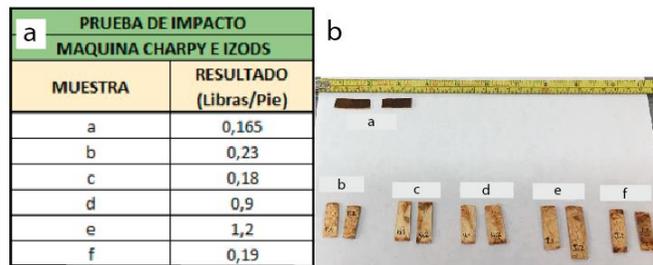


Figura 23 (a) tabla de valores prueba de impacto (b) muestras utilizadas para la prueba

En la prueba de dureza que se le realizó a siete (7) muestras diferentes dio como resultado que las piezas presentan una dureza que funciona para el fin que se desea alcanzar con el proyecto y a pesar de que las muestras posean diferentes formas presentan un promedio de dureza entre 85 y 92, evidenciado en la Tabla 4.

Dureza					
Puntos:	punto 1	punto 2	punto 3	punto 4	promedio
Muestra	Valor				
1	93	90	95	94	93
2	94	90	93	96	93,25
3	89	91	92	92	91
4	88	91	97	95	92,75
5	95	90	85	92	90,5
6	75	89	88	90	85,5
7	85	80	84	94	85,75

Tabla 4 valores de la densidad en el flavedo después del secado en horno.

Para observar los cambios en la densidad del flavedo se tomaron los datos previos y posteriores al secado en el horno, como se muestra en la Tabla 5. Las muestras presentaron una gran pérdida de masa y densidad, sin embargo, el cambio en su tamaño no fue significativo, lo que resulta positivo para la finalidad de este proyecto.

	Densidad plaquetas de ensayo											
	Antes del horno						Despues del horno					
	Masa (g)	Ancho mm	Largo mm	Espesor mm	Volumen mm	Densidad	Masa (g)	Ancho mm	Largo mm	Espesor mm	Volumen mm	Densidad
A	9,4322	50	70,5	3	10575,00	0,0008919338061	3,0188	36,79	66,26	1,35	3290,90	0,0009173168128
B	7,9242	40,1	60,6	3,02	7338,78	0,001079770576	2,7348	29,1	61,9	1,86	3350,40	0,0008162608912
C	11,4141	50,1	70,5	4	14128,20	0,0008078948486	3,9853	40,74	67,14	2,05	5607,33	0,000710730244
D	9,7411	40,1	60,7	4,13	10052,71	0,0009690024752	2,7187	36,98	62,24	2,87	6605,69	0,0004115692313
E	7,3706	30,9	60,8	3,29	6180,99	0,001192462928	2,0569	30,85	62,3	1,71	3286,54	0,0006258551824
F	10,229	30,8	70,8	2,29	4993,67	0,002048395071	2,7681	27,52	66,61	1,42	2603,01	0,001063421821
G	15,5108	40,3	124	3,41	17040,45	0,0009102340713	4,5821	31,39	115,31	1,99	7202,97	0,0006361407239

Tabla 5 Datos sobre densidad y masa.

## CONCLUSIONES

La investigación realizada mediante las diferentes pruebas de laboratorio comprobó la necesidad del secado artificial de las cáscaras de naranja para su óptimo rendimiento en el ámbito industrial.

El flavedo de la naranja no necesita ser impermeabilizado para así evitar la absorción de humedad o creación de hongos una vez haya perdido el porcentaje de humedad requerido.

El uso de un desmoldante durante el proceso de secado tapa los poros del flavedo impidiendo la salida de fluidos, por ende, la pérdida de humedad es lenta y en menor cantidad.

El material se comporta de manera óptima pues presenta características de alta resistencia al impacto, baja probabilidad de desarrollar hongo siempre y cuando su contacto con fluidos no sea de forma permanente, pues no deja de ser un material biodegradable.

El flavedo de la naranja se moldea fácilmente a las formas que sea sometido, siendo esto de gran ayuda para ofrecer una versatilidad para la creación de contenedores.

## REFERENCIAS

Para las citas bibliográficas se utilizará las normas ICONTEC presentes en el documento de la biblioteca.

- United Caps y Braskem. (2018) “UNITED CAPS and Braskem Embrace Bio-sourced Plastics for GREENER Closures made from sugar cane, bio-sourced plastics offer a new level of sustainability” Company news. Recuperado de: <https://www.unitedcaps.com/company/news/press/detail/news/united-caps-and-braskem-embrace-bio-sourced-plastics-for-greener-closuresmade-from-sugar-cane/>
- Agencia de noticias UN (17 de agosto 2017) “Platos ecológicos a base de hojas de plátano”. Universidad nacional de colombia, sede Medellín. Recuperado de: <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/platos-ecologicos-a-base-de-hojas-de-platano.html>
- Morris, A. (2018, 31 de julio) “Crème grows gourds in moulds to create biodegradable HyO-Cup”. Dezeen. Recuperado de <https://www.dezeen.com/2018/07/31/creme-creates-sustainable-plastic-cup-alternative-from-gourds/>