



## REUTILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS AGRÍCOLAS DE LA PRODUCCIÓN DE JITOMATE EN UN MATERIAL BIODEGRADABLE PARA LA ELABORACIÓN DE EMPAQUE

AGRICULTURE RESIDUES FROM TOMATO PRODUCTION REUSED INTO A BIODEGRADABLE MATERIAL PACKAGING.

L.D.I. Estela López Castro

-Maestría en Diseño e Innovación, UAQ (Estudiante Investigador).  
-estelalcastro@gmail.com

Dr. Genaro Martín Soto Zarazúa

-Universidad Autónoma de Querétaro, H. (Profesor Investigador).  
-soto\_zarazua@yahoo.com.mx

Dra. Margarita Contreras Padilla

-Centro Académico de Innovación y Desarrollo de Productos (Caidep).  
-margacorpadi@gmail.com



# RESUMEN

Los residuos agrícolas forman la mayor parte de desechos que se generan a nivel mundial. Su reutilización está siendo un tema importante para el cuidado del medio ambiente y de las buenas prácticas de agricultura. Sin embargo, la gran cantidad que se produce como resultado a la extrema demanda alimentaria, hace que su reutilización en composta o alimento para ganado deje de ser suficiente y gran cantidad de estos residuos terminan en basureros o en quema de biomasa. Esta investigación propone una alternativa para la reutilización de los residuos de forraje de la producción de jitomate en un material biodegradable que pueda aprovecharse para la fabricación de empaque dentro del ámbito agrícola.

Primero se describe el panorama de la agricultura y cómo aumentará su producción, y por ende los residuos en los próximos años. Posteriormente se muestran los casos registrados de reutilización de este tipo de desechos, después se explica cómo se llegó al método final para obtener el nuevo material y finalmente se describe cómo es que por medio del MDD (Material Driven Design), Método para Diseñar Experiencias con Materiales, se definirán sus especificaciones técnicas y funcionales cubriendo las necesidades hedónicas del usuario.



# ABSTRACT

Agricultural residues represent the greater portion of the waste product generated worldwide. The reuse is an important topic for the environmental care and for good agricultural practices. However, the large amount of waste that results as a consequence of the extreme food demand, makes that the reuse in compost or cattle feed it turned out to be not enough and because of that, large amount of this waste ends in landfills or in biomass burn. This research presents an alternative for reuse the forage residues from the tomato production into a biodegradable material in order to use it as a packaging material.

First, in the article it will be explained the agriculture prospect and how it should increase its production, thus the waste in the coming years. Subsequently, the registered cases for reuse will be exposed. Then the method of how obtain the new material will be described and finally it will be explain how through the MDD (Material Driven Design), Material Design Experiences Method, we will defined its technical and functional specifications, including the user hedonic needs.

# PALABRAS CLAVE

Residuos de forraje, material biodegradable, empaque biodegradable.

# INTRODUCCIÓN

El jitomate rojo es la hortaliza que ocupa la mayor superficie de cultivo sembrado en todo el mundo, estas ocupan 4.7 millones de hectáreas con una producción de 165 millones de toneladas de jitomate (FAO, 2013). En México se producen aproximadamente 3.08 millones de toneladas de jitomate (SIAP, 2015).

Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) para el 2050 la agricultura deberá ser capaz de aumentar su producción entre un 60 y un 70 por ciento de lo que actualmente están produciendo, con la finalidad de cubrir la necesidad alimentaria de más de 9 millones de personas (FAO, 2009). Por consecuencia, esto implicaría un aumento de consumo de agua, explotación de tierra, emisiones de gases efecto invernadero y desechos agrícolas (FAO, 2011). Durante los últimos años el ritmo de producción agrícola ha incrementado y consigo también han aumentado los efectos negativos al medio ambiente. Para dar un ejemplo, la mitad de los desechos generados a nivel mundial provienen del



ámbito agrario, a los cuales se le denomina residuos agrícolas (Vargas, 2014). Hoy en día el exceso y la acumulación de estos, llevan a los agricultores a quemarlo expulsando gases dañinos al ambiente que no sólo afectan al ambiente (Kambis, 1996), sino que pudieran afectar a áreas pobladas, ya que este humo podría llevar plaguicidas y dañar a los habitantes (Lemieuxa, 2004). En el mejor de los casos, los desechos se reutilizan para generar composta (Farré, 2006), o alimento para el ganado (Riggi, 2008). No obstante algunos de estos procesos ocasionan impacto al medio ambiente. Se conocen otras técnicas que buscan usar estos subproductos transformándolos en insumos útiles.

# FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

## A. DESECHOS AGRÍCOLAS

Los residuos agrícolas comprenden todos los elementos que no se toman en cuenta como cosecha, así que, desde un punto de vista comercial, es todo aquello que no produce valor o que ya no tienen utilidad para el propietario (Vargas, 2014).

Específicamente en la producción del jitomate, la composición de los residuos generados como resultado de la producción del fruto, se dividen de la siguiente manera (Riggi, 2008):

- Vegetativo, que comprende las hojas, tallo y raíz (forraje).
- Frutos Verdes. Frutos Amarillos y Naranjas.
- Frutos Rojos no comercializables (muy maduro, pequeño, dañado de forma grave, deformado o en descomposición).
- Materiales varios como: empaques, plástico, vegetal o frutas de otra especie, etc.

El estudio que se lleva a cabo en el presente trabajo se centró en la reutilización del residuo tipo vegetativo o forrajero para crear un insumo útil para el mismo sector agricultor.

Una vez que se realiza la cosecha y la poda, poco se conoce de la gestión del residuo forrajero del jitomate. Cuando son pequeñas producciones, el residuo se puede reutilizar como alimento de ganado o se incorporan a los suelos para agilizar su descomposición; mientras que, en cultivos extensos, el forraje se recolecta y se acondiciona un área al aire libre con la finalidad de ayudar a la deshidratación y la reducción de volumen (Farré, 2006).

Una vez terminado este proceso, el forraje puede tener tres distintos destinos: uno es enviarlo a basureros, otro es quemarlo en el mismo lugar o en el mejor de los casos se elabora composta. Al contrario del destino del forraje ya descrito, la reutilización de los residuos del fruto ha sido explotada de distintas maneras.

## B. CASOS EXISTENTES DE REUTILIZACIÓN DE DESECHOS AGRÍCOLAS

Se llevó a cabo una búsqueda de estudios y productos, donde la reutilización de estos desechos haya tenido como resultado un producto útil con valor agregado. En la ilustración 1 se muestran los casos registrados donde se reutilizan desechos agrícolas de la producción del jitomate y de otros casos similares con respecto al uso del forraje.

En el tema de la reutilización de los desechos del fruto de la producción de jitomate, un grupo de científicos -entre graduados y estudiantes del South Dakota School of Mines & Technology, Princeton University y Florida Gulf Coast University- presentaron en marzo del 2016 en el 251st National Meeting & Exposition of the American Chemical Society (ACS), un proyecto en el que están trabajando, donde aseguran que los jitomates dañados de los supermercados o cosechas que no se pueden vender, pueden producir electricidad. Las aplicaciones biotecnológicas que ya utilizan sistemas de electricidad por medio de productos orgánicos, necesitan material

puro, limpio y en grandes cantidades para la obtención de la mayor electricidad posible, mientras que el jitomate ha dado el rendimiento eléctrico óptimo usando jitomates defectuosos y han llegado a ser igual o de mejor desempeño que los sistemas ya existentes. (American Chemical Society, 2016)

Por otro lado, científicos italianos han logrado obtener un material usando residuos de cáscara y semillas del jitomate de procesos agroalimentarios y residuos de cáñamo de la fabricación de papel. Éstos residuos, se unen con Alginato de Sodio para la elaboración de este nuevo material, que a su vez es usado para la fabricación de macetas de trasplanto. Su objetivo es reducir este tipo de desechos y apoyar a la reducción de la acumulación de macetas de plástico en los viveros. (Schettinia, 2013)

En el Centro Superior de Investigaciones Científicas de España, junto con la Universidad de Málaga, Científicos del Centro Superior de Investigaciones Científicas de España y la Universidad de Málaga han desarrollado un biopolímero a partir de residuos de jitomate. La obtención del material plástico ha sido a partir de la cutina vegetal que las industrias agroalimentarias desechan. Su ventaja ha sido en un material hidrófobo, resistente al agua y a disolventes orgánicos. Su aplicación se ha considerado dentro de la industria para el empaque de alimentos. (Benitez, 2011).

# JITOMATE

Generación de nuevo valor a partir de desechos.

La industria alimenticia produce una gran cantidad de desechos durante sus procesos con impacto negativo hacia el ambiente. En términos de sustentabilidad industrial, algunos científicos están trabajando en desarrollar nuevas formas de agregar valor a éstos desechos, con el objetivo de mejorar su manejo.

Desecho de forraje usados en nuevo producto.



Pulpa obtenida a partir de desechos vegetales de la industria floricultor, palmero y del cereal para fabricar papel. (Patente nº WO2014118609 A1, 2014)



Fibra celulosa para fabricar papel y cartón a partir de hojas y capullos de la caña de azúcar. (Patente nº US9017514 B2, 2015)



Desechos agrícolas del plátano, corona de piña, palma, coco y otros cultivos que dan fruto tropical son usados para fabricar una fibra con la cual se fabrica papel, textil y aislante. (Patente nº WO2015013409 A1, 2015)

Residuos de cáscara, semillas de jitomate y cañamo son unidos con Alginato de Sodio para la elaboración de macetas de transplanto. (Evelia Schettinia et al., 2013)

Jitomate dañado o estéticamente no apto para venta en tiendas han sido usados por científicos para generar electricidad. (American Chemical Society, 2016)

A partir de la cutina vegetal desechada del jitomate se desarrolló un biopolímero. (Benitez et al., 2011)

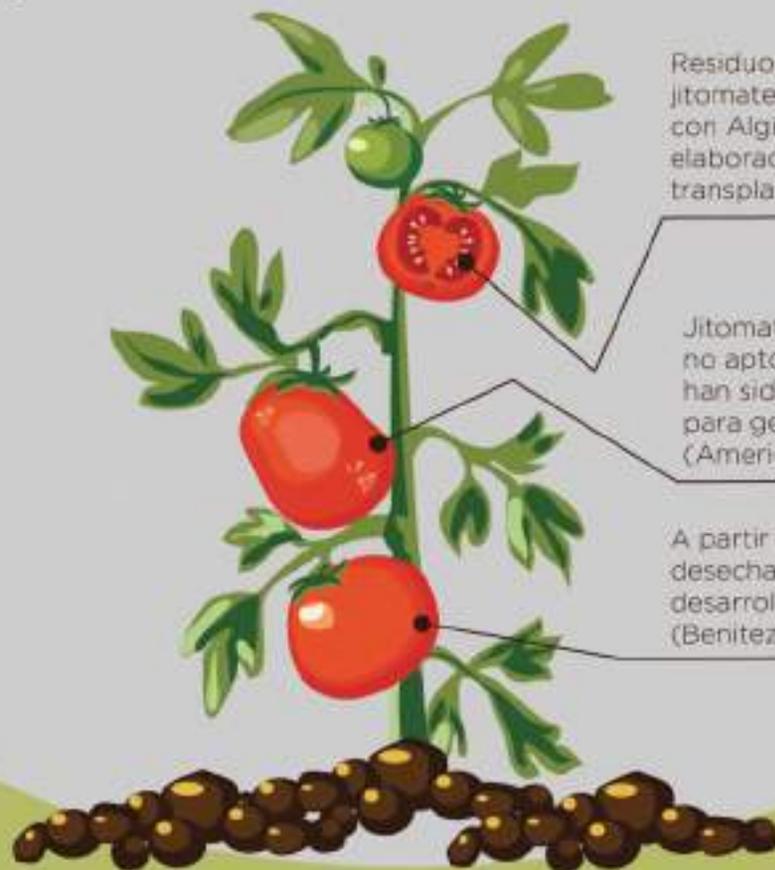


Ilustración 1. Casos de reutilización de desechos agrícolas orgánicos.

Fuente: Información recuperada para la investigación. Infografía de autoría propia.

## C. DISEÑO DE MATERIALES

La mayoría de los trabajos de esta índole se centralizan en cómo seleccionar o diseñar un material adecuado para un diseño tomando en cuenta la forma de este, la manufactura, limitaciones o requerimientos del proyecto (Ashby y Johnson, 2009), pero no se toman en cuenta factores hedónicos del usuario final. Un material puede ser muy bueno en su desarrollo y sus propiedades técnicas, pero no por ello será un éxito en el mercado. Un material debe ser social y culturalmente aceptado. (Manzini y Petrillo, 1991) Un material con sus propiedades particulares, aplicaciones potenciales y rendimiento puede afectar al usuario dándole experiencias únicas.

En la historia del diseño, profesores de la Bauhaus<sup>1</sup> fueron partidarios de aprender de los materiales. Alrededor de los años 20 Johannes Itten<sup>2</sup> formuló una teoría llamada "Teoría de los Contrastes" donde se pedía a los alumnos explorar sensorialmente los distintos materiales para conocer su naturaleza. A través de esto, los alumnos podían experimentar y apreciar las características de los materiales por medio de la exploración práctica (Itten, 1975). Muchos diseñadores en la historia han seguido estas ideas y diseñado productos manipulando materiales y explorando sus posibilidades de texturas y acabados.

Reconociendo la visión dualista del diseño de materiales, donde por un lado se busca alcanzar las necesidades funcionales y por el otro lado las necesidades hedónicas de las personas, entonces el desarrollo y la aplicación de los nuevos materiales debe ser una tarea multidisciplinaria. La comunidad del diseño ha evolucionado, donde continuamente ha contribuido con el ámbito científico apoyando en el desarrollo de nuevos materiales a través de un mejor conocimiento y destreza de la "comprensión", "interpretación", "imaginación" y "diseño" para la generación de nuevas experiencias en los usuarios y en donde estudios y estrategias como Design-Driven Innovation de Verganti<sup>3</sup> puede ser un punto de partida conceptual para su desarrollo.

En este trabajo se empleará el Método Material Driven Design (MDD) donde se plantea que para el diseño de materiales no sólo se requiere conocer las propiedades y alcances técnicos de este, sino también plantearse: ¿Qué hace el material?, ¿Qué nos expresa el material?, ¿Qué nos provoca? y ¿Qué nos hace hacer? (Giaccardi y Karana, 2015).

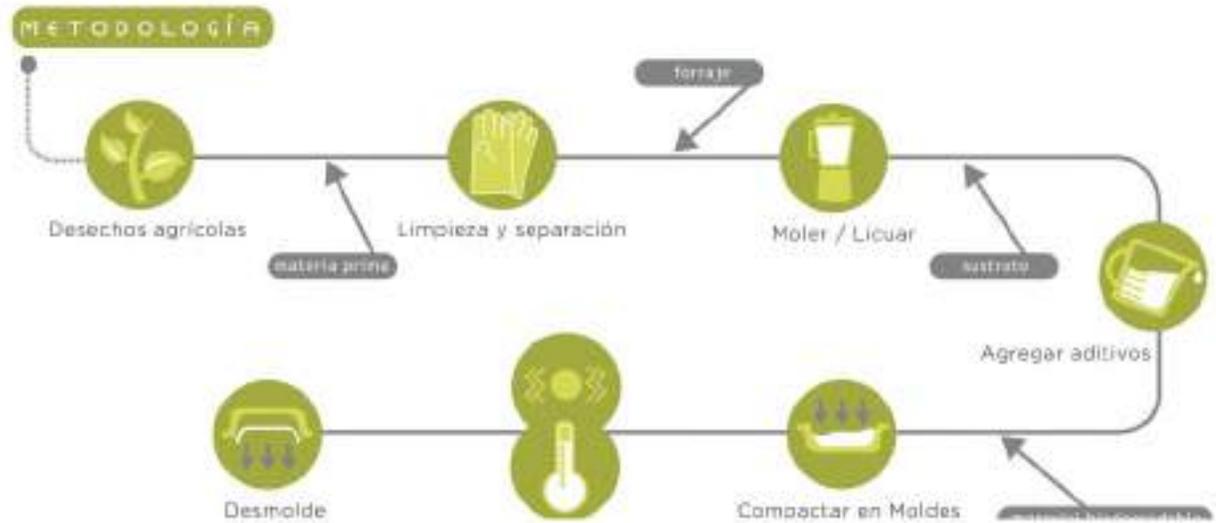
<sup>1</sup> Bauhaus: Escuela alemana que se basó en mejorar el diseño y la creación de objetos a partir de la experimentación y encontrar una armonía entre la funcionalidad, la industria y la estética. Inicadores del pensamiento "menos es más". Su influencia mundial fue el racionalismo.

<sup>2</sup> Johannes Itten: Pintor, diseñador y profesor de la Bauhaus y la escuela HfG en Ulm.

<sup>3</sup> Roberto Verganti: Profesor de Gestión de Innovación del Politécnico de Milán. Actualmente imparte clases en la Escuela de Diseño y dirige el MaDe in Lab (Laboratorio de formación ejecutiva del Diseño y la Innovación).

## OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

- Desarrollar un nuevo material biodegradable con bajo impacto al medio ambiente, mediante la transformación del residuo vegetativo resultante de la producción de jitomate bajo invernadero, para disminuir el volumen de desechos.
- Caracterizar técnicamente el material y evaluar la usabilidad del nuevo material mediante el método para diseño de materiales Material Driven Design (MDD).
- Elaboración de un primer prototipo para demostrar sus posibles usos.



# METODOLOGÍA

En una primera parte se desarrolló una etapa experimental, donde se emplearon distintos métodos de transformación de materia vegetal en sustratos, tomando como punto de partida y referencia lo propuesto por el investigador Luis Eduardo Garzón en su Patente n°WO2014118699 y por el químico Jorge Humberto Borrero con la Patente n°US9017514 B2 (Ilustración 1) y se establecieron los pasos a seguir para la fabricación del nuevo material biodegradable.

Como un segundo paso de esta investigación se llevará a cabo un análisis de Diseño de Materiales por medio del Método llamado Material Driven Design (MDD), donde se delimitarán sus características técnicas y de funcionalidad.

Ilustración 2. Esquema de los pasos generales en la investigación.

Fuente: Esquema de autoría propia.

## A. DESECHOS AGRÍCOLAS

La metodología para la fabricación del nuevo material se realizó siguiendo como base el proceso de elaboración de material a partir de desechos forrajeros por el científico Luis Eduardo Garzón en su Patente n°WO2014118699 y por el químico Jorge Humberto Borrero con la Patente n°US9017514 B2. Se establecieron los pasos finales gracias a la experimentación y comprobación de resultados. En la siguiente tabla se muestra un comparativo de los procedimientos en conjunto con el que se llevó a cabo.

n°WO2014118699	n°US9017514 B2	Presente investigación
Romper mediante un proceso mecánico las fibras de los desechos vegetales.	Disminuir el tamaño de la partícula de la biomasa de lignocelulosa a un rango entre 3 y 15 mm	Limpieza y separación (hojas, tallos y raíz)
Exponer al ambiente los desechos vegetales tratados mecánicamente para causar desfibrado por el cambio de presión y temperatura del material.	Del producto obtenido, colocar en tratamiento con uno o dos más solventes y mezclarlo con catalizadores.	Someter a molido/licuado para romper fibras y obtener líquidos naturales.
Cometer la pulpa bruta a agitación mecánica en un intervalo entre media hora y dos horas para lograr una pulpa terminada para emplear en papel, cartón o similares y mezclar con almidones y gomas.	Someterlo de una descompresión súbita a presión atmosférica.	Al sustrato obtenido, agregar aditivos.
Recuperar los líquidos extraídos durante el proceso para emplearlos nuevamente en el cultivo.	Colocar el material en un ciclón.	Colocar en moldes ejerciendo presión a un calor predeterminado.
Agregar durante la agitación mecánica aditivos tales como controladores de pH, colorantes o cualquier elemento requerido para lograr un producto específico.	Opcionalmente tratar el sólido con una mezcla de etanol y dióxido de cloro.  Lavar el producto obtenido para lograr una eficiencia de celulosa superior al 50% y de lignina del 5 al 7% , longitud de fibra en el rango de 1.5 a 2.7mm.	Exposición al calor y vibración cuando los aspectos técnicos lo determinen.  Desmolde.

Tabla 1. Comparativa de procesos.



Una vez que se realiza la cosecha del jitomate se retira todo el forraje como se muestra en la Ilustración 3. Posteriormente se realiza una limpieza y separación de residuos, que consta en quitar todos los frutos que pudieran haber quedado, así como la raíz de la planta, quedando así solamente el tronco, tallos y hojas como se puede ver en la Ilustración 4. A éstos últimos los llamaremos de ahora en adelante materia prima.

Ilustración 3. Muestra de la limpieza de follaje después de la cosecha de jitomate.

Fuente: Fotografía de invernadero de jitomate dentro de la UAQ, Campus Amazcala. (Autoría propia)



Ilustración 4. Separación y limpieza de residuos.



Ilustración 5. Comparativo de muestras de molido/trituración.

La materia prima se sometió a cuatro distintos procesos de trituración y molido de las fibras vegetales para evaluar el resultado de sustrato que se obtenía y comparar cuál de todos los procesos beneficiaba mejor el producto final sin perder los líquidos naturales de la planta que nos servirán como parte de los aditivos.

La primera prueba se realizó utilizando un molino modelo Pulvex 300 de caballete sencillo para la reducción a partículas de la materia prima. El resultado no fue óptimo al presentar atasques y entregar un producto grande, aproximadamente de 5-15cm de largo. En la segunda y tercera prueba se utilizó un molido con el equipo DPM Nogueira. La segunda muestra presentó elementos entre 1-5 cm de largo con algunos trozos más largos, por lo cual se tomó la decisión de repetir la operación con lo ya obtenido.

El resultado de esta tercera muestra fue mejor al obtener tamaños muy por debajo de 1 cm pero sin lograr recuperar los líquidos naturales. Para la cuarta prueba se decidió someter la materia prima a una especie de licuado, que como resultado se obtuvo un sustrato limpio, teniendo como beneficio la fácil separación de sus líquidos. En la Ilustración 5 se pueden observar las muestras de las distintas etapas, así como el líquido recuperado en la cuarta prueba (Ilustración 6).



Ilustración 6. Cuarta prueba y la recuperación de líquidos naturales.



Ilustración 7.  
Compactación en molde y  
exposición a calor.



Posteriormente el material se sometió a dos distintos tratamientos, los cuales se realizaron por separado:

#### 1. TRATAMIENTO TÉRMICO

Puede ser por medio de una inyección directa de vapor, exposición directa al Sol o por medio de una solución acuosa donde se tuvo la oportunidad de mezclarlo e incorporar compuestos alcalinos. En la primera parte del experimento se expuso a calor directo de Sol durante tres días dentro de vitrina, donde alcanzó una temperatura de 38°C.

#### 2. AGITACIÓN MECÁNICA

Tiene como objetivo compactar el material sólido y por otro lado separar líquidos resultantes de los procesos. Esta agitación se llevó a cabo en el proceso de compactación dentro del molde. Como último paso se realiza el desmolde.

La metodología para la fabricación del nuevo material biodegradable en términos generales se resume en el esquema a continuación.

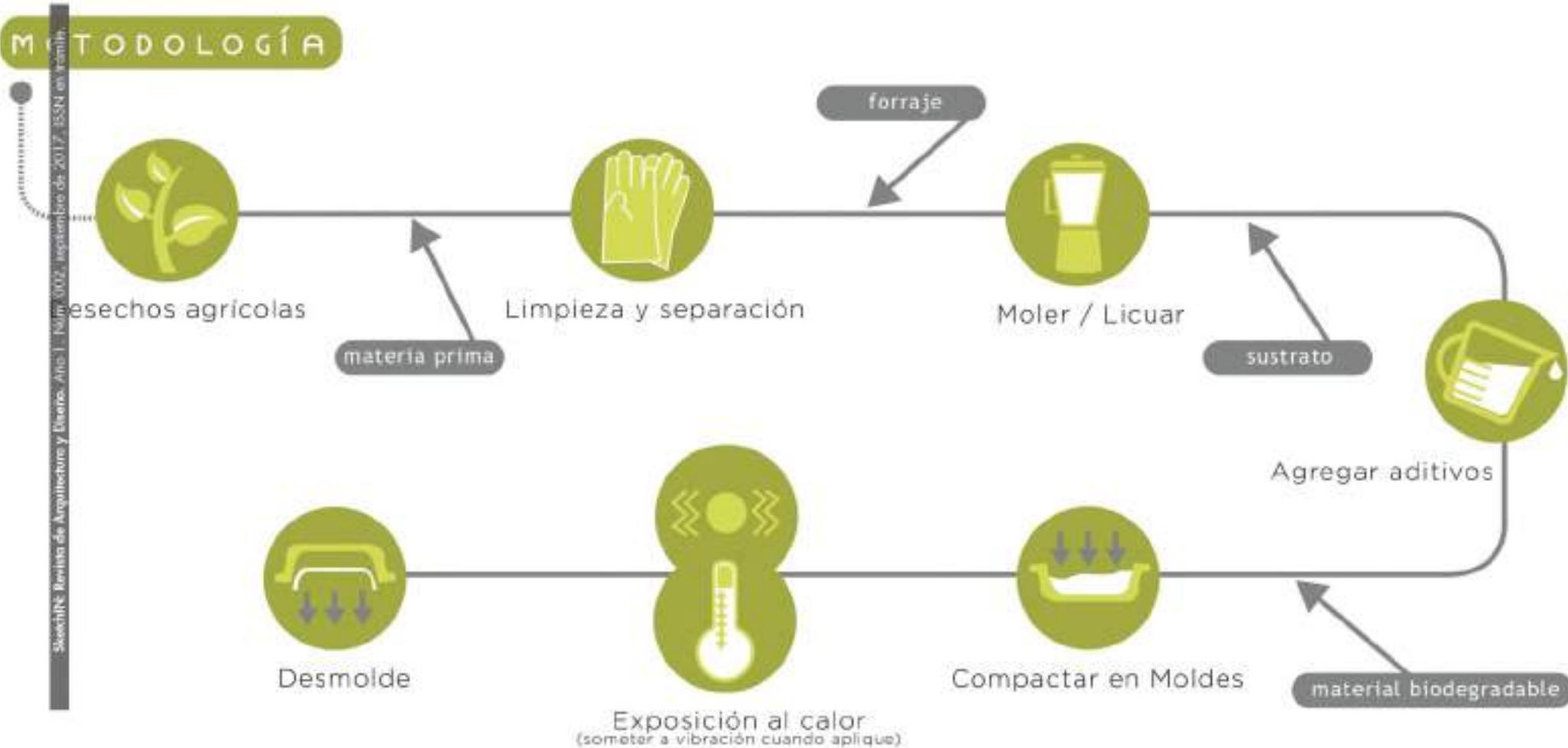


Ilustración 8. Metodología de fabricación de material biodegradable.

## B. SEGUNDA ETAPA (EVALUACIÓN)

Para la valoración técnica y de usabilidad del material propuesto, se llevará a cabo a través del Método *Material Driven Design* (MDD), planteado por la Dra. Elvin Karana del Departamento de Ingeniería y Diseño de la Universidad de Delft en Holanda.

El presente Método facilita los procesos de diseño en donde los materiales es el principal impulsor. En él, se contemplan tres distintos escenarios donde los diseñadores pueden aplicar el MDD.

## ESCENARIO 1

Diseñar con un material relativamente conocido. El material es probable que tenga algunos significados establecidos en ciertos contextos (por ejemplo, acogedor, *hightech*, etc.) el diseñador buscará nuevas aplicaciones para evocar nuevos significados y obtener experiencias únicas en el usuario.

## ESCENARIO 2

Diseñar con un material relativamente desconocido. Es improbable que el material se vincule a significados establecidos, lo que le da al diseñador la oportunidad de definir áreas de aplicación con las cuales se pueden introducir experiencias únicas en el usuario, identidades para el material y nuevos significados.

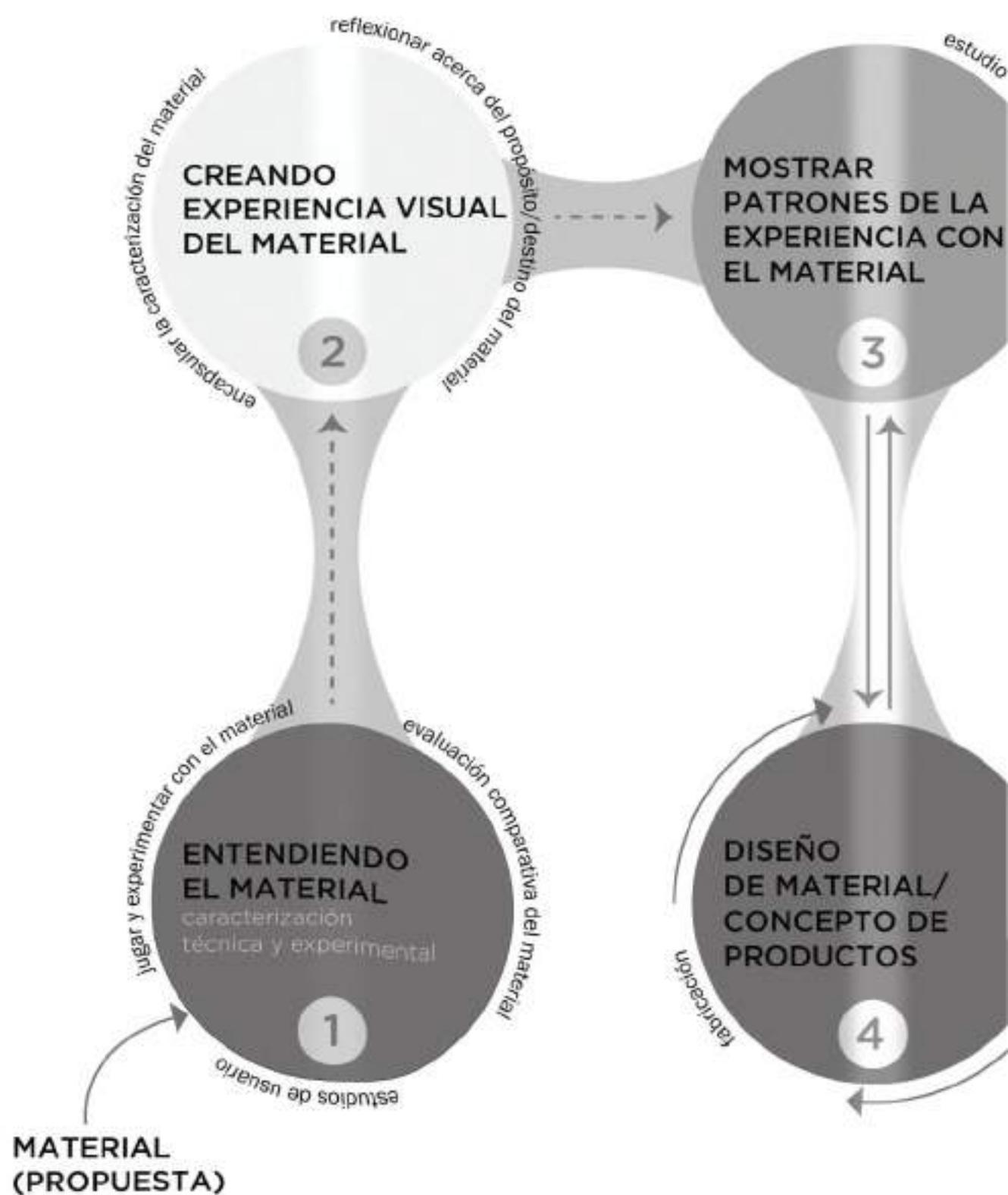
### ESCENARIO 3

Diseñar un material con muestras semi-desarrolladas o exploratorias (por ejemplo, compuestos de desechos alimenticios, materiales vivos, textiles, etc.) Dado que el material está semi-desarrollado (es decir, la propuesta) sus propiedades apenas deben definirse. Además, dado que el material es nuevo, es difícil identificar sus características y está en el diseñador el proponer aplicaciones significativas, a través de las cuales se obtendrán experiencias y significados únicos en el usuario.

Para esta investigación, el "Escenario 3", es el que nos compete.

En la siguiente ilustración se muestra el Método, donde se pueden observar los cuatro pasos de acción a desarrollar en el proceso de diseño: (1) Entender el material: Caracterización Técnica y Experimental, (2) Creación de una experiencia visual a través del material, (3) Identificar los patrones de la experiencia con el material. (4) Diseño conceptual de Material/Producto.

Ilustración 9. Método Material Driven Design (MDD) agrícolas orgánicas.  
Fuente. Es una traducción al español del original en inglés "Material Driven Design (MDD)", Traducción de autoría propia.



de usuarios

Como se puede ver el proceso comienza con un material o con una propuesta de material, que es el caso de la presente investigación, y termina con un producto y/o un material desarrollado.

En el método resalta el viaje de un diseñador de lo tangible a lo abstracto, marcado en la ilustración con líneas puntadas y círculos más claros, para posteriormente pasar de lo abstracto a lo tangible, es decir, pasa de una visión de la experiencia de los materiales a un producto o un material desarrollado.

pruebas

**PRODUCTO  
(PROMOVER  
DESARROLLO/USO)**

## RESULTADOS

Los resultados se delimitarán en dos partes al igual que la Metodología: A. Primera etapa (Fabricación) y B. Segunda etapa (Evaluación). Para el actual artículo se mostrarán solamente los resultados de la primera etapa, estatus actual de la investigación, donde se muestra la propuesta de material obtenido.

Una vez realizadas distintas pruebas de acuerdo a la metodología aplicada previamente explicada, se obtuvieron sustratos para la creación del material. Con esta solución se elaboró una tabla donde se muestran los resultados más sobresalientes de la experimentación.

Prueba	Material (mm)	Proceso de trituración	Detención de líquidos	Residuos (g)	Morfología
1	50-150	Pulvex 300	x	150	Quebradizo, rasposo, con hebras largas salientes y de longitud indefinida.
2	10-50	DPM Nogueira	x	150	Quebradizo, rasposo y con hebras largas.
3	<10	DPM Nogueira	x	150	Quebradizo, seco, no se adhiere.
4	<5	Licadora ind.	✓	150	Quebradizo, se adhiere, con hebras cortas y definidas.

Tabla 2. Características de materia prima y resultados.

La cuarta prueba resultó ser la efectiva de acuerdo a su composición morfológica. El sustrato final ayudó a formar un material moldeable capaz de adaptarse a modelos prediseñados. Por otro lado, al conseguir que los líquidos naturales permanecieran durante el proceso de moldeo, ayudó a que la compactación de la materia prima se adhiriera sin la necesidad de agregar aglutinantes artificiales.



Ilustración 10. Muestras físicas de resultados.

En las siguientes imágenes se puede observar el tipo de terminado que se obtuvo en distintas pruebas.



Con la cuarta muestra se trabajó en definir presentaciones de material de acuerdo a estándares utilizados en el ámbito del papel y el cartón como se muestra en la siguiente tabla.

Peso del producto	Sugerencias de calibres de material
230 g	0.015 a 0.018 (380-450 mm)
450 g	0.020 a 0.024 (500-600 mm)
900 g	0.028 a 0.032 (700-800 mm)

Tabla 3. Presentación de material.

# CONCLUSIONES

El mejoramiento de la gestión de los desechos vegetativos, reutilizándolos dentro del mismo campo agricultor y creando un nuevo producto de utilidad, es un medio por el cual se puede reducir el volumen de estos en el campo y evitar que posteriormente puedan provocar daños al medio ambiente. Además, la gran ventaja de la creación de un nuevo producto donde la materia prima es gratis y está disponible, nos puede ofrecer una puerta a un distinto negocio. El alcance podría sustituir la compra a un tercero por material de empaque que se puede fabricar en la misma industria agrícola.

El proceso de fabricación del nuevo material no demanda maquinaria especializada o procesos complejos de elaboración, por lo cual se puede adaptar fácilmente donde la producción de este desecho esté presente.

Generar una nueva alternativa, podría crear una concienciación al sector agrícola de generar una oportunidad a partir de un problema, que no sólo podría ayudarlos de manera económica por la generación de un nuevo ingreso, sino también colaborar a la reducción del impacto ambiental directa e indirectamente.

## TRABAJO FUTURO

La segunda etapa de esta investigación, donde se llevará acabo la evaluación tanto técnica como de funcionalidad del nuevo material, está en proceso.

El trabajo que falta por realizar, el MDD, es sustancial pues planteará las bases sólidas para poder diseñar de acuerdo a las capacidades del material y para la generación de nuevas experiencias en los usuarios. La investigación se apoyará en esto para obtener datos para la comprensión, definición y propiedades únicas del material y por otro lado, tomar en cuenta al usuario y su experiencia cualitativa con el material que dará sentido a nuestro diseño/concepto final.

Se espera que una vez especificados todas sus propiedades se promuevan estos procesos y se busquen otros usos además del empaque.

# REFERENCIAS

American Chemical Society. (2016). Generating electricity with tomato waste. San Diego USA. Obtenido en diciembre 2016 de <https://www.acs.org/content/acs/en/pressroom/newsreleases/2016/march/tomato-waste.html>

Ashby, M., y Johnson, K. (2009). *Materials and design. The art and science of material selection in product design* (2nd ed.). Oxford, UK: Butterworth-Heinemann Elsevier.

Benitez, J. J. (04 de Enero de 2011). Entrevista a José Jesús Benítez, científico titular del Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla. (J. García, Entrevistador) Obtenido en Enero 2016 de <http://www.interempresas.net/Quimica/Articulos/46670-Entrevista-Jose-Jesus-Benitez-cientifico-titular-Instituto-Ciencia-Materiales-Sevilla.html>

Borrero, J. H. (2015). Colombia Patente nº US9017514 B2. Obtenido en Enero 2016 de [https://www.google.es/patents/US9017514?dq=Jorge+Humberto+Borrero&h=es&sa=X&ved=0ahUKEwivqv3j07\\_OAhXH6yYKHTrsBQYQ6AEIHDA](https://www.google.es/patents/US9017514?dq=Jorge+Humberto+Borrero&h=es&sa=X&ved=0ahUKEwivqv3j07_OAhXH6yYKHTrsBQYQ6AEIHDA)

Dimitrios George Hondroulis, W. W. (2015). EUPatenten<sup>o</sup>WO2015013409A1. Obtenido en Enero 2016 de <https://www.google.com/patents/WO2015013409A1?cl=en>

Dimitrios George Hondroulis, W. W. (2015). EUA Patente n° WO2015013409 A1. Obtenido en Enero 2016 de <https://www.google.com/patents/WO2015013409A1?cl=en>

FAO, (2009). La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050. Roma, Italia. Obtenido en Noviembre 2015 de: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues\\_papers/Issues\\_papers\\_SP/La\\_agricultura\\_mundial.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf)

FAO. (2011). El estado de los recursos de Tierras y Aguas de Mundo para la alimentación y la agricultura. Roma. Obtenido en Noviembre 2015 de <http://www.fao.org/docrep/015/i1688s/i1688s00.pdf>

FAO, (2013). Anuario Estadístico de la FAO, Obtenido en Abril 2017 de de <http://www.fao.org/3/a-i3592s.pdf>

Farré, X. M. (2006). GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS AGRÍCOLAS. Obtenido en Enero 2016 de InfoAgro: [http://www.infoagro.com/hortalizas/residuos\\_agricolas.htm](http://www.infoagro.com/hortalizas/residuos_agricolas.htm)

Farré, X. M. (2006). Residuos Agrícolas. Revista técnica de medio ambiente, 62-75. Obtenido en Enero 2016 de [http://www.infoagro.com/hortalizas/residuos\\_agricolas.htm](http://www.infoagro.com/hortalizas/residuos_agricolas.htm)

GARZÓN, F. L. (Agosto de 2014). Colombia Patente n° WO2014118699 A1. Obtenido en Enero 2016 de <https://www.google.com/patents/WO2014118699A1?cl=en>

Giaccardi, E., y Karana, E. (2015). Foundations of materials experience: An approach for HCI. In Proceedings of the 33rd SIGCHI Conferencia de Human Factors in Computing Systems (pp. 2447-2456). New York, NY: ACM.

Itten, J. (1975). Design and form: The basic course at the Bauhaus and later. New York, NY: John Wiley & Sons.

Kambis, A.D. , J. L. (1996). Biomass Burning and Global Change. En J. S. Levine, Biomass Burning and the Production of Carbon Dioxide: a Numerical Study (Vol. 1, págs. 170-177). Massachusetts Institute of Technology. USA, Cambridge.

Lemieuxa, Paul M. , C. C. (2004). Emissions of organic air toxics from open burning: Progress in Energy and Combustion Science, 1-32. Obtenido en Enero 2016 de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360128503000613>

Manzini, E., y Petrillo, A. (1991) Neolite. Metamorfosi delle plastiche [Neolite. Metamorphosis of plastics]. Milan, Italy: Domus Academy.

Riggi, Ezio G. A. (Diciembre de 2008). Fresh tomato packinghouses waste as high added-value biosource. *Resources, Conservation and Recycling*, 96-106. Obtenido en Noviembre 2016 de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092134490800147X?np=y>

Schettinia, Evelia G. S. (2013). Recycled wastes of tomato and hemp fibres for biodegradable pots: Physico-chemical characterization and field performance. *Resources, Conservation and Recycling*, 9-19.

SIAP, (2015). Cierre de la producción agrícola por estado. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Obtenido en Abril 2017 de [http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola\\_siap\\_gb/icultivo/](http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/)

Vargas García, Ma. del Carmen F. J. (2014). De Residuos a Recurso. España: Mundi-Prensa. Obtenido en Enero 2016 de: <http://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484766988/residuos-agricolas-i-1>