

# Diseño de un sistema de contención biodegradable para reemplazar el uso de plástico en el proceso de siembra.

Laura Victoria Chilito Ruiz, *laura.chilito.ruiz@gmail.com*

Tutor: Carlos Araújo, *charaujo@icesi.edu.co*

## Artículo de Proyecto de Grado del Departamento de Diseño

---

### Abstract

The focus of the present investigation is to help eradicate the use of plastic elements of some of the human activity. In this case is the sowing process, the sow is found since small and ancient practices as growing our own food to nowadays agroindustrial processes. For achieve this was perentory the search of information in the field, where it was found that the vast mayority of professionals and workers and accustomed to the use of the plastic bag to contained the plants. This investigation gives the opportunity to experiment with organic materials as the pineapple leaf, where it was made a paper of it, proving it resistance to water and mechanical tension. Lately it was discovered a local company who already was making paper from sugar cane, and after using this with the prototype it was found that it resistance was suitable for the biodegradable containers.

**Purpose** – The purpose is to solve at once, both: the elimination of plastic bag from the sowing process and give a fair use to the sugar cane fiber, which is the result of extracting sugar from it. To finally desing and construct a biodegradable cointainer that having fulfilled the quality and conditions of good resistance and structure, be able to be used in the real context.

**Design/methodology/approach** – The method was based on ethnographic observation and extense survey that could gave to the investigation the amount of information required in the aim of being precise and accurate. It has been made severals visits to the context that are the nursery. All of these was cualitative approaches that facilitate a deep analysis and observation of the situation, and draw the whole process of sowing, since the seed to the tree in the city forest.

**Findings** – It was found that most of the plastic bag besides contaminates the world, it doesn't serve 100% for the task of containing plants, because it undo after months of containing the plants. We must use a material made from paper that was covered by a natural plastic. Also the people wanted to be more involved in the proceses of sowing and also wanted to be in community, so they can ask question about gardening and precautions for the plant, so it was made and application that could offer real information about where to transplant and when.

**Practical implications** – The containers and its system of transportation are made from non plastic material, wich means that are compatible with nature. This reduce the amount of contamination in the world per year. Also this solution made an attractive bussines model that can be use for amateurs and for professional people.

**Originality/Value** – The originality remains in the possibility that can be scalated to any city or country in the world, because and thanks to the application it is easy to understand and apply in real life. Also it can give to the radicular system a better way to grow, where the plant doesn't get hurt from moving from the germination tray to the traditional plastic container. So in the present investigation that was unified.

### Keywords

*Contenedores biodegradables, siembra, biomasa, fibra vegetal, polímeros, pulpa celulósica, papel, caña de azúcar, biomasa, vegetal, fibras, suelo, raíces, forestal,*

---

## I. INTRODUCCIÓN

### A. La incursión del plástico en las actividades humanas y su impacto

El plástico al ser maleable, de rápida producción y con buen grado de resistencia, se ha convertido desde el siglo XX en el material predilecto para suplir la mayoría de actividades humanas. Se ha destacado por ser una opción durable y práctica, pero es un material sintético, es decir, la naturaleza es incapaz de digerirlo (Parás, 2019); lo cual ha generado una contaminación por acumulación desde el año 1909 cuando se obtuvo por primera vez un compuesto 100% sintético, la *Bakelita* (García, 2009), el predecesor de los polímeros actuales.

Toneladas de plásticos se vierten al agua del mar cada año, con el impulso intacto de la revolución industrial, han transcurrido 111 años de acumulación en silencio, pues la producción es masiva, las exigencias de la sociedad aumentan, y las soluciones al reemplazo de los polímeros, invisibles (Morales, Riveroll, Sandoval y & de Guadalupe, 2018). Ha sido un siglo de grandes avances tecnológicos y desastrosas consecuencias ambientales, que han afectado la salud del medio ambiente y del ser humano. Con cada año que pasa, las soluciones sustentables (a nivel masivo y de fácil alcance) están cada vez más opuestas al concepto de demanda tecnológica, es decir, no se han implementado soluciones sustentables de alta tecnología, que en lugar de ir en detrimento del planeta, vayan en concordancia con sus procesos.

### B. El uso de plástico en los procesos naturales de siembra y trasplante

De esta manera el contexto de la investigación estará, sobre una actividad natural que ha sido permeada por el uso de polímeros sintéticos en el último siglo. Una actividad imprescindible para la humanidad que ayudó al surgimiento de las primeras civilizaciones: la siembra y la agricultura (Redman, 1990). En este proceso vital de la agro-industria y las siembras forestales y frutales, se utilizan contenedores rígidos y flexibles de polietileno que guardan el sustrato y la plántula en entornos confinados, donde crecerá más o menos saludable de acuerdo a las características del mismo; como profundidad, volumen y forma (Ivonne, 2016).



Imagen 1, Chilito, L (2019) Agrocultivo de piña: Arado del terreno para la siembra

Estos contenedores, en este caso los flexibles: las bolsas de plástico, aportan a la problemática de contaminación por acumulación en el mundo, pues una vez la plántula haya alcanzado el tamaño requerido, se retira este contenedor y se desecha mientras el material vegetal se trasplanta en el terreno final donde va a alcanzar su desarrollo y crecimiento máximos. Este elemento que contenía a la plántula y su sustrato queda ya como un residuo de la actividad, que por su naturaleza sintética tarda aproximadamente 400 años en degradarse. Es un elemento de baja densidad polimérica que al desecharse en zonas alejadas a la ciudad no se le da el tratamiento adecuado pues se deja, la mayoría de las veces, en las mismas zonas boscosas donde se hacen los trasplantes y/o *en afluentes hídricas que luego van a los ríos y finalmente en los océanos.*



Imagen 2. Chilito, L. (2019) Bolsa de plástico albergando plántula, forma actual más común de contención para la vida vegetal.

Cabe resaltar que hay diferentes zonas o regiones de trasplante que responde a diferentes necesidades, por ejemplo las siembras forestales suelen hacerse en las zonas boscosas alejadas o bien alejadas de la ciudad, mientras las siembras ornamentales son características de los contextos urbanos y sirven para embellecer los paisajes y brindar frescura y tranquilidad. Por otro lado están los tipos de trasplantes de árboles frutales que se dan en zonas destinadas para ello: fincas, granjas, agrocultivos y productores frutales.

Ligado a esto cada tipo o especie de planta que se siembren en estas zonas son diferentes, por ejemplo las especies forestales son correspondientes a zonas donde puedan crecer libremente pues suelen ser árboles de gran tamaño, por eso se

buscan terrenos retirados de las ciudades; las especies ornamentales son poco invasivas, de diversas formas y colores, propicias para espacios pequeños; y los frutales por su destino comercial suelen estar en entornos controlados y vigilados.

### C. De la semilla al brote, del brote a la plántula y de la plántula al árbol en terreno.

El contenedor de plástico (rígido o flexible – bolsa de plástico), sirve para guardar el sustrato y la plántula mientras ésta crece; pero también puede servir desde el momento de la siembra de la semilla para su germinación, si el vivero, cultivador o sembrador no cuenta con camas y/o bandejas de siembra (Pascual, 2016). De esta manera *en este proyecto* se propone generar una solución que integre ambas etapas: siembra de la semilla y crecimiento de la plántula, en un **contenedor biodegradable**, con el propósito de disminuir la cantidad de pasos intermedios que habría entre una y otra, si estas actividades se continuaran haciendo por separado. El sustrato conserva las mismas características en ambos procesos, razón por la cual no se hace imperativo para el desarrollo de la plántula que sea en diferentes contenedores.

Al integrar los procesos de germinación y contención, se eliminan contenedores intermedios de polímero: las bandejas de germinación. Adicionalmente, según al extraer el brote germinado, ya sea de bandejas o camas de germinación, *las raíces se deterioran y sufren daños debido al cambio de ambiente de crecimiento pero sobre todo por la manipulación ejercida al ser extraídas; la fuerza y presión aplicadas afectan el crecimiento y calidad de la plántula, en aspectos como la robustez y fortaleza de sus raíces frente a, por ejemplo, las condiciones físicas del medio, como la acidez del suelo y la resistencia que ofrece a la expansión radicular. Son daños irreversibles que afectan la salud de la plántula, además del uso adicional de tiempo que requiere este cambio de medio, ya que es una tarea que debe hacerse con miramiento.*

Finalmente, estos elementos que actualmente albergan la vida vegetal, *son generadores de gran parte de la contaminación medio ambiental actual, al ser **material no biodegradable*** (López, 2011), es decir, una sustancia química difícil de reciclar y transformar. Respecto a esto el autor argumenta que la fabricación de estos productos sintéticos derivados del petróleo, requiere un alto costo energético, *más aún que su destrucción es muy costosa y contaminante, ya que se descarta tras el primer uso.*

Las consecuencias de la contaminación por plásticos derivados del uso en la siembra y trasplante de vida vegetal, *produce la contaminación directa de fuentes hídricas y terrenos naturales fértiles, lo cual genera una afectación general en las dinámicas de los ecosistemas: los animales que toman del agua contaminada consumen micropartículas de plástico que se ha ido degradando lentamente al igual que el agua que llega a las ciudades y es consumida, está igualmente contaminada con estas partículas. Los terrenos ya van dejando de ser aptos para la siembra pues los residuos de plástico mezclados en su*

constitución asfixian las raíces y son obstáculos para su crecimiento.

### D. El proceso de siembra, germinación y crecimiento en detalle

Según el autor Lardizabal, el proceso de siembra semilla, abono y cuidado de la plántula ya ha sido estudiado y se recomienda hacerlo de la siguiente manera:

1. colecta de semilla
2. germinación en las camas semilleras
3. Trasplante: cuando ya el brote haya alcanzado entre 4 – 5 cm de alto, se humedece la cama semillera o bandeja para favorecer la extracción completa de las raíces de cada espécimen, y se prepara el enraizador para sumerjirlas ahí, mientras se alista todo para el trasplante al contenedor individual más grande.
4. Resiembra: se preparan unos orificios de aproximadamente 2 cm de diámetro, para poder posicionar las raíces de la plántula ahí de manera que no queden enredadas entre sí y se cubre con la tierra el orificio. Para evitar la entrada del aire y la planta crezca.
5. Fertilización de la plántula con aproximadamente 5 gramos de Triple 15, que es un abono especial mezcla formada a partir de Fósforo, Nitrógeno y Potasio, favorece el crecimiento radicular y en general el fortalecimiento de la planta.
6. Recolección de la plántula para el transporte y posterior siembra en terreno, en este proceso se suele hacer una selección del material óptimo para hacer la siembra, ya que muchos presentan “espiralación” de la raíz, lo cual ya no le hace propicio para ser elegido y no va a ser un material vegetal que perdure y crezca debidamente, en terreno.



Imagen 3. Chilito, L- (2019), Ingeniera Jennifer Aguillón encargada del vivero, con dos de las eras de plántulas en el fondo con especies vegetales forestales

De acuerdo a la ingeniera Jennifer Aguillón, encargada del vivero forestal San Emigdio de la Corporación autónoma regional del valle, CVC, el proceso de siembra es diverso ya que esto depende de la especie vegetal que se vaya a cultivar,

variando en un periodo de 4 meses a 10 meses máximo de crecimiento para que el material vegetal esté preparado para ser trasplantado en terreno. En el Vivero San Emigdio, son producidos semestralmente un número aproximado de 2'000.000 de especies de material vegetal, tales como los eucaliptos, el nacedero, el árbol del pan, el Nogal, el Botón de Oro, entre otros, en su mayoría especies nativas. Sólo un 15% del material vegetal es plantado en bolsas grandes, superior a los 3 kilogramos por unidad, el 85% restante de plántulas son soportadas en 500 gramos de tierra, pues no necesitan más para su etapa de crecimiento y desarrollo.

Las eras son las zonas territoriales de cultivo y destino de las plántulas, en donde caben aproximadamente 7.700 plántulas de la misma especie, actualmente están a la altura del suelo, lo que proporciona un hábitat más húmedo y fresco para las especies vegetales pero que deterioran la salud de los trabajadores que deben realizar actividades repetitivas y cotidianas, además de numerosas, alrededor de las plantas, como son: llenado de la bolsa con la tierra, siembra del brote, fertilización, limpieza de arvenses (ver imagen, selección de material óptimo y ulterior recogida para enviar a las corporaciones destinadas.



Imagen 4. Colección de la CVC (2015). (Corporación Autónoma del Valle), Proceso de limpieza de arvenses: cuidado de plántulas.

Las dimensiones de las eras son de 15 mts de largo por 1,20 mts máximo de ancho:



Imagen 5. Chilito, L (2019). Zona donde se colocan las plántulas conocidas como ERAS. VIVERO SAN EMIGDIO CVC

#### *E. El potencial de la biomasa residual en el Valle del Cauca: fuente de materia prima.*

Por tradición agrícola y económica, el Valle del Cauca ha sido un departamento productor de caña de azúcar y café, más desde la irrupción del capitalismo agrario en la década de 1950 (Tarazona, 2012), siendo la caña de azúcar el principal cultivo, con una producción anual de 25 millones de toneladas. Sin embargo, desde el 2015, se ha generando un aumento del cultivo frutícola (nuevas apuestas agrícolas); gran ejemplo de ello es la piña en primer lugar, con un crecimiento del 44,8% anual (Gil, Tatitana, Palencia, 2018), y seguidamente el maíz y el arroz; lo cual representa un aumento en la cantidad de biomasa residual anual en los territorios agrícolas del departamento.



Imagen 6. Chilito, L. (2019). Principales cultivos agroindustriales en el Valle del Cauca.

Esto conlleva a la acumulación de toneladas de hojas en las zonas de cultivo, desecho biológico que queda en el suelo luego de la cosecha. Ésta es la biomasa residual, una problemática para los cultivos venideros, ya que acidifica los suelos al disminuir su pH natural. Sin embargo esta biomasa puede ser utilizada como fuente de fibra vegetal, al igual que el bagazo de caña de azúcar subproducto de la extracción de azúcar, en la generación de un material biodegradable resistente y por ende apto para la generación de contenedores de plántulas, gracias a lo cual, además, ayudan a procesar estos residuos de manera adecuada, sin afectar el suelo.

Es entonces el Valle del Cauca un territorio con alto valor biológico capaz de proveer suficiente fibra vegetal, disponible para su procesamiento en la búsqueda de extracción de celulosa. Con esta pulpa celulósica se obtiene papel, que podría ser una alternativa sustentable para la generación de contenedores para nuevas plántulas.

#### *F. Soluciones sustentables de impacto ambiental casi nulo, y sus beneficios.*

Como *objetivo principal* de la investigación se pretende diseñar un sistema de contención biodegradable obtenido a partir de las fibras vegetales obtenidas de la biomasa residual de la agroindustria del cultivo de caña, para generar una solución integral que unifique todas las etapas de siembra como son: la siembra y germinación de la semilla, su contención durante el desarrollo temprano, y la posibilidad de transporte seguro y confortable de las especies vegetales.

Igualmente, se pretende la eliminación de las bandejas de germinación, debido al excesivo uso de agua que requiere su lavado, pues de ellas deben ser removidos todos los residuos orgánicos del anterior ciclo de cultivo.



Imagen 7. Lavado bandejas de germinación. Fuente: [http://www.agrotecnologia-ropical.com/semillero\\_paso\\_a\\_paso.html](http://www.agrotecnologia-ropical.com/semillero_paso_a_paso.html)

El uso de agua en esta actividad es de 500 litros aproximadamente, por semana (Ojeda, 2011). Pero si estos contenedores estuvieran elaborados a partir fibra vegetal, se descartaría el proceso de lavado, además de estar integrando la actividad de la germinación, con la etapa de crecimiento y desarrollo en un mismo contenedor.

Asimismo se espera generar un elemento que reciba a los contenedores y el usuario los pueda transportar de manera segura y confortable. Otro objetivo es brindar la posibilidad de generar una comunidad robustecida y diversa alrededor de la actividad de siembra en la ciudad, en donde a través de una aplicación (APP), los ciudadanos participen y se involucren en el proceso de siembra forestal y ornamental y puedan conocer, cuáles son las zonas aptas donde pueden llevar a trasplantar su material vegetal.

La iniciativa consiste en ofrecer una actividad saludable que además mejore el lugar en donde todos vivimos, a través de la siembra de una semilla en un contenedor biodegradable, la persona aprende el valor de la vida vegetal pues debe cuidarlo hasta que este apto para el trasplante, para lo cual se necesita un modelo de negocio que involucre a los ciudadanos interesados por la ecología, la vida verde y el cuidado de la naturaleza en una solución atractiva que lo acerque más a estas actividades y lo convierta en un agente de cambio.

Se pretende así que el ciudadano aporte a la reforestación de las zonas abatidas por los incendios ocasionados por las mismas personas o por desastre natural, se cita como ejemplo los desastres que han azotado a Australia, la región selvática de la Amazonía y regionalmente, los incendios sufridos en la ciudad de Cali durante el año 2019. Es un deber ciudadano y comunitario aportar a la restauración del ecosistema y en el presente proyecto se va a generar una solución dinámica, llamativa y fácil de usar que incentive a participar.

#### *G. Factores Humanos presentes en la labor*

Estos procesos laborales mencionados, que involucra retirar la cubierta plástica de la bolsa, representan un riesgo alto laboral para los trabajadores, ya que requieren de ellos esfuerzos físicos que muchas veces no están debidamente efectuados ni tampoco el entorno laboral provee las locaciones o herramientas requeridas para garantizar tanto su salud como el buen desempeño; un ejemplo es al momento de lavar las bandejas, las personas que lo realizan deben alzar con sus manos repetidamente las mismas y lavarlas sin ningún tipo de soporte, ya que por lo general son mesas de madera sobre las que van y no las pueden mojar. Requieren igualmente mucho tiempo al día, para extraer la tierra que queda adherida a las paredes de estos pequeños recipientes.

En la parte de la extracción de la bolsa en el proceso de trasplantado, la mayoría de trabajadores flexionan su cuerpo por las rodillas, generando posiciones incómodas tanto para la espalda como para estas articulaciones, solo para hacer el acto de cortarlas.



Imagen 8. Factores Humanos en la siembra, Tomada del “Manual Protagonista, Viveros y semilleros” Instituto Nacional Tecnológico Dirección General de Formación Profesional.

A continuación podemos apreciar cómo un encargado de un vivero comercial en la ciudad de Cali, debe doblarse a partir de sus rodillas para poder estar al alcance del suelo, lugar donde tiene sus plantas, ya sea para abonarlas o limpiarlas.



Imagen 9. Chilito, L. (2019). Encargado Vivero D&D al sur de Cali, inclinándose a nivel del suelo para poder realizar sus actividades de cuidado y transporte a las plantas.



Imagen 10. Chilito, L. (2019). Encargado Vivero D&D al sur de Cali, inclinándose a nivel del suelo para indicar de dónde sujeta al empaque actual de la planta para trasportarla.

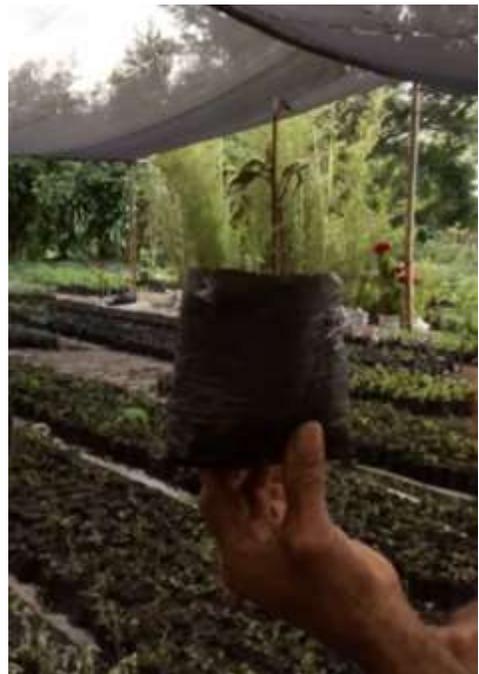


Imagen 11. Chilito, L. (2019). Encargado Vivero D&D. Empaque actual de polímero sintético para albergar la plántula, capacidad 500 gramos

Algunas de las soluciones existentes, consisten en la compactación de material natural orgánico como la cáscara del café, las fibras de coco y la caña, algunos ejemplos de algunas iniciativas ecológicas, tuvieron gestión y creación en la ciudad de Cali, Colombia conocida como “Life Pack”, empresa que crea empaques a partir de la fibra de la piña para la generación de cajas para alimentos, platos para comidas, cubiertos, etc.

Adicionalmente hay otras empresas a nivel internacional que ya están más enfocadas en los empaques biodegradables pero para nuestro campo específico de interés que es la siembra de plántulas y semillas, tales como Naturnoa y EcoFarmie, quienes utilizan la fibra del coco y la cascarilla del café y otros residuos vegetales fibrosos para la producción de empaques.

Y finalmente, existen soluciones domésticas artesanales del tipo DIY (*Do It Yourself*) que se valen de elementos reciclados no contaminantes para la generación de recipientes para la siembra, como lo evidencia en la imagen

Otra compañía que comparte el mismo objetivo de generar empaques biodegradables o que retiren el uso convencional del plástico del proceso, es la empresa Projar con su contenedor Fertipot, este contenedor es formado a partir de la turba (estadio primario de la vegetación que va a transitar hacia su conversión en carbón vegetal). Este material es orgánico y es natural pero tiene dos factores que lo hacen poco efectivo o con un bajo nivel de industrialización y es su proceso de manufactura, por compactación o moldes, lo cual lo hace costoso y de baja producción masiva. Finalmente Fertipot al ser hecho de una sustancia tan porosa, permite la filtración del agua y deja que esta escurra muy rápidamente, lo cual impide que la planta se hidrate lo suficiente, pudiendo llegar (dependiendo de la temperatura ambiental) a producirle estrés hídrico.



Imagen 12. LifePack, Empresa Caleña especializada en la producción de platos biodegradables a partir del cogollo de la piña, tomada de <http://calicreativa.com/lifepack-platos-germinables-reciclaje/>.



Imagen 13. Chilito, L. (2019). Ecofarmie, empresa productora de empaques biodegradables para la siembra a partir de fibras de coco.



Imagen 14. Chilito, L (2019). Naturnoa, empresa productora de recipientes biodegradables para la siembra a partir del uso de cáscaras de café y fique.



Imagen 15. Solución *DIY* (Hazlo tú mismo, en su traducción a español) de contenedor biodegradable, fuente: <https://www.lavidalucida.com/sembrando-tus-semillas-en-contenedores.html>

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para este proyecto de grado se va a hacer uso de la metodología de las 4 “D” o el proceso de diseño de doble diamante, creado por el *Design British Council* en el año 2004, ha tenido modificaciones metodológicas interesantes desde entonces hasta el presente año, pero lo que se ha mantenido intacto y es central de la metodología, es darle ayuda a diseñadores y no diseñadores en el proceso creativo, mediante una visión fresca e integradora de las etapas de generación en

diseño, en sus dos fases formadoras las cuales son el proceso de Divergencia y el proceso de Convergencia, para finalmente llegar a solución.

Pues bueno, de esta manera aplicamos todas las etapas del doble diamante, conocidas como las 4 “D”, así en el proceso de Descubrir, nos remitimos a un riguroso estudio del contexto que nos rodea, en este caso el departamento del Valle del Cauca, buscando alternativas de solución a los principales problemas que pudiese tener, en este trasegar, nos enfocamos poco a poco en la agroindustria de la caña de azúcar, eminente producto de la región, resultando en varios productos finales, como el azúcar, el biocombustible, fertilizantes orgánicos normalizadores del pH del suelo, bebidas alcohólicas y finalmente el bagazo de caña de azúcar, subproducto de todos estos procesos, existente en grandes cantidades, que bien, sin un manejo integral produce mas daños que beneficios.

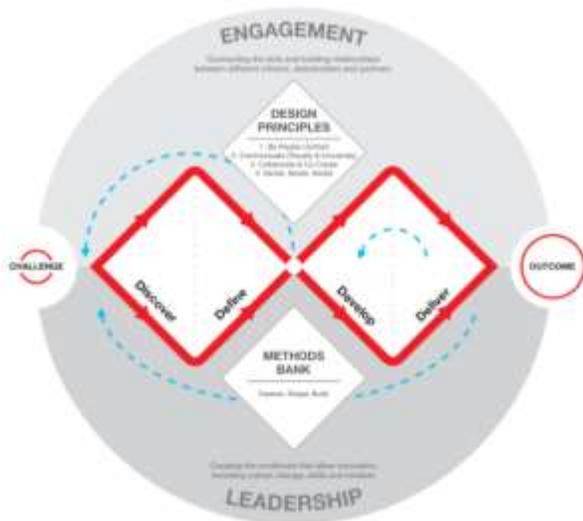


Imagen 16. Metodología, diagrama del doble diamante obtenida de <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/what-framework-innovation-design-councils-evolved-double-diamond>

Se encontró entonces que el bagazo de caña tiene gran potencial vegetal y energético, lo cual y por su naturaleza fibrosa, lo hace en un material orgánico, apto para la extracción de fibras vegetales y pulpa celulósica. Así de la etapa de descubrimiento, llegamos a la etapa de definición, etapa que nace como resultado del trabajo previo de investigación en campo y en fuentes de referencia, en la definición por ende se decidió hacer una intervención en diseño que diera manejo efectivo a la problemática de la biomasa resultante en enormes cantidades y que nos brindara la materia prima con todas las cualidades satisfactorias para el diseño y creación de contenedores biodegradables.

En la transición de la etapa de definición a desarrollo, hubo una segunda parada en donde tuvimos que revisar todas las necesidades actuales de contenedores que debieran ser amigables con el medio ambiente, pero que a su vez tuvieran que ser resistentes, así se evaluaron disímiles posibilidades como el embalaje y contención para la exportación de piña, contenedores para comprar víveres en supermercados o plazas de mercado y finalmente a la cual llegamos y elegimos fue la

siembra, el proceso de crear y mantener la vida vegetal para su posterior trasplante en terreno.

Ya con el problema plena y claramente definido, procedimos con la etapa de desarrollo y producción de prototipos, como respuestas diversas a modo de solucionar el problema, en esta caso el reemplazo de la actual bolsa de plástico por el propio contenedor biodegradable en desarrollo, todos los hallazgos anteriores de medición de resistencia, comportamiento de la fibra dependiendo de su longitud y grosor, como también la metodología fundamentada en trabajo de campo y consulta a expertos, nos entregó la posibilidad de darle un enfoque diferente, de tal manera que no solamente se propusiera un contenedor aisladamente con su cualidad de ser biodegradable, sino que fuera todo un sistema integrado para la solución integral de la siembra, una siembra pensada en el usuario y por supuesto en el planeta que cohabitamos.

En esta etapa que ocupo el 40% del tiempo y los recursos de todo el proyecto, experimentamos con la materia, la forma, la geometría, los volúmenes y los planos físicos encontrados en el espacio, para poder lograr configurar un contenedor autosustentable, que en unidad cumpliera todas sus funciones a cabalidad, pero que unido con otros mas de los mismos, generara una entidad aparte conformada por sus pequeñas fichas, así de una configuración eminentemente triangular, se salió del esquema cuadrado o cilíndrico de contención tan utilizado en la actualidad, y se paso a provocar los sentidos quinéticos y visuales, con una propuesta disruptiva, compacta, de cortes limpios y rectos, triangular.

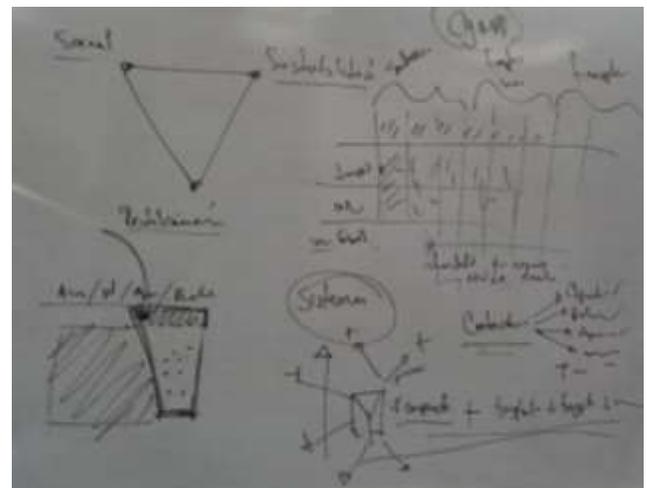


Imagen 17. Chilito, L (2019). Proceso de cocreación y depuración de ideas: Proceso de divergencia.

Así luego en un nivel superior se pasa a la configuración hexagonal, al reunir seis contenedores triangulares, se crea una composición hermética, geométrica, que aumenta la fortaleza de ella misma en su contacto con el suelo y forma un solo bloque que conserva las mismas jerarquías de forma, línea e identidad que el otorgado al contenedor individual triangular.

Para este proceso es importante el pensamiento divergente y convergente para poder darle un buen término a todo la empresa de creación, alcanzando los objetivos propuestos en el tiempo

determinado, es importante darle el tiempo e importancia adecuados a ambos procesos por igual.

Se reforzó la cultura del liderazgo y el compromiso debido a que esto es lo que garantiza el buen funcionamiento del equipo de investigación y desarrollo, así la garantía del involucramiento de las personas, generó una entrega que iba más allá de la idea, pues se hizo la gente como parte del desarrollo y la solución.

Siempre teniendo presente el deber de poner de primero a las personas, generando altos estándares de comunicación y colaboración; se aportó al banco de metodologías que ayudaron a nuestros usuarios a identificar sus retos correctamente y que los llevaron a lograr con éxito sus metas, gracias a la exploración, el moldear y la construcción.

Para aportar y dar cuerpo a la metodología se utilizó el trabajo de campo a los viveros comerciales y forestales, como a grandes extensiones cultivadoras de piña y de caña en el Valle del Cauca y a las instituciones regionales como el CVC y el DAGMA. Los instrumentos de recolección de datos han sido eminentemente las entrevistas a referentes de autoridad y la investigación en fuentes secundarias, como las pruebas de desempeño de los prototipos.

Se consiguió entrevistar a fuentes de autoridad que aclararon muchas áreas grises de la generación de contenedores para la siembra a partir de los requerimientos de la planta. Buscando evidentemente que el envase se acople a las exigencias de desarrollo de la vida verde.



Imagen 18. Chilito, L. (2019). Experto forestal encargado del vivero municipal del DAGMA. Cali.



Imagen 19. Chilito, L. (2019). Experto en el área de preparación y alistamiento del sustrato en los contenedores del vivero del DAGMA

Se realizaron 9 salidas de campo donde se visitó un total de 5 viveros comerciales, siendo el Vivero Pasoancho, el principal usuario final, cliente y aliado de la investigación. Los otros viveros en Cali, indagados fueron: Piedragrande, Anturio, D&D en la ciudad de Cali y Los Rosales en Rozo. Y 2 viveros institucionales de la CVC: el vivero San Emigdio, el cual es un centro de conservación y propagación de especies vegetales nativas e introducidas, sustento primordial de innumerables especies animales y por supuesto, la vida misma que nos sustenta a todos nosotros desde el oxígeno, pasando por la sombra, hasta los alimentos (Martinez, 2008).



Imagen 20. Chilito, L. (2019). Panorámica de las especies vegetales. Vivero D&D en la zona Pance de la ciudad de Cali,



Imagen 21. Chilito, L. (2019). Encargado del cuidado de las plantas del vivero D&D

Estas visitas en dos etapas: inicialmente para evidenciar el proceso de siembra de semillas que se van a convertir en plántulas, en ello, se evidenció la cantidad de plástico utilizado en la siembra de la semilla y el gasto de agua que esto trae consigo. Era un primer acercamiento para registrar el contexto y ver las variables y matices que acompañan la actividad de la siembra en un contexto comercial.



Imagen 22. Chilito, L (2019). Bandejas de germinación de 2x2 cms.. Vivero Pasoancho.

La segunda etapa de las visitas a viveros fue la comprobación de uso y funcionalidad de la fase de prototipado que a su vez se compuso de tres resultados diferentes. En ambas etapas de visitas a viveros se profundizó cada vez más en la esencia y objetivo de lo que es un vivero comercial vs un vivero institucional, el primero es la venta de plántulas ornamentales y algunos frutales, y es de uso doméstico en las urbes, y el vivero institucional trabaja por la recuperación, mantenimiento y prologación de la vida forestal de la región, en el caso de la CVC y de la ornamental en la ciudad por parte del DAGMA, sin embargo el DAGMA también trabaja en el cultivo y experimentación de flora propia de territorios forestales nativos.

Se recolectaron 23 especies vegetales entre ornamentales y aromáticas para medir el comportamiento en los prototipos de envase, y se recibieron 11 especies forestales para tener el material indicado para el proyecto, lo que se hizo con ellas fue ubicarlas en los contenedores del proyecto para ver como reaccionaban, si seguían saludables o por el contrario su constitución vegetal llegaba a decaer. También se midió la cantidad de agua regada a estas plantas en estos recipientes, ya que tienen a conservar la humedad interna mejor, sin causar estrés hídrico bajo prolongados espacios sin riego.



Imagen 23. Chilito, L. (2019). Trabajador del vivero Piedragrande, sosteniendo las plántulas de mayor venta: la Duranta verde y la Duranta limón.

Además, se experimentó con materiales vegetales, tal como la hoja de piña que queda como residuo del cultivo. Se investigaron fuentes secundarias de donde pudéramos sacar pasos que nos llevaran a la consecución de pulpa celulósica, de esta manera visitamos la finca en la zona rural de Jamundí, reconocida en la región por su producción extensa de piña que abastece los municipios del sur del Valle del Cauca.



Imagen 24. Chilito, L. (2019). Panorámica cultivo de piña en el Valle del Cauca, Zona rural de Jamundí.

De este lugar extrajimos 10 kilos de hoja de piña con la cual se hicieron los experimentos de extracción de pulpa con la ayuda de químicos para deslignificar la hoja, en este caso la postasa cáustica, la cual aunque no es tan peligrosa como la soda cáustica, sino se utiliza con las precauciones debidas, puede causar daño en las mucosas y la piel.



Imagen 25. Chilito, L. (2019). Recolección de la hoja de la piña en el cultivo, para experimentos de extracción de pulpa celulósica

De esto se obtuvo un papel de piña resistente, que absorbe la humedad y cuando está húmedo, apenas compactándose la pulpa celulósica, se ve de color verde oliva, pero una vez ha sufrido su proceso de secado, queda de color amarillo claro, con lo cual no es necesario ningún proceso de blanqueamiento químico final (Gélvez, 2016).



Imagen 26. Chilito, L. (2019). Papel obtenido a partir del tratamiento a la hoja de piña con potasa cáustica.

Para ello, se siguieron lineamientos básicos para la extracción de la celulosa de la piña, la cual inicia con el corte de las hojas de la piña en cuadros de 5 cm x 5 cm, para posteriormente ser deslignificado (proceso a través del cual se rompen las paredes de lignina propias de las estructuras vegetales, para poder extraer la celulosa de la planta – molécula energética del material vegetal- material que va a ser la esencia prima del papel) (Chavez-Sifontes, 2013).



Imagen 27. Chilito, L. (2019). Corte de 5 cms de tamaño de la hoja de piña, para proceder a cocinar para deslignificación posterior.

Respecto a la producción del papel de piña, se realizaron tres pruebas de experimentación para la deslignificación de la hoja de la piña con hidróxido de potasio o “potasa cáustica”, después de un proceso de corte y cocción de la hoja a 80° de temperatura (Gélvez, 2016), siendo los pasos así:

1. Recolectar 1 kilogramo de hoja de piña
2. Cortar pedazo de 5 cm x 5 cm de tamaño, lavarlos muy bien con agua
3. Poner a cocinar las hojas de piña cortadas durante media hora aproximadamente o 40 minutos dependiendo de la altura geográfica respecto al nivel del mar, siendo menor si está en la costa.
4. Bajar el fuego, diluir 270 gr de hidróxido de potasio en agua al clima para evitar una reacción exotérmica fuerte, y luego este líquido agregarlo en la olla con las hojas en cocción.
5. Se debe cuidar atentamente cualquier reacción química exotérmica, y para ello se debe tener adecuada protección de ojos, boca y manos, en lo posible utilizar guantes lo suficientemente gruesos de cuero y largos para proteger los brazos de cualquier salpicadura.
6. Dejar cocinar por una hora para que el proceso de deslignificación se dé completamente y la celulosa quede expuesta.
7. se apaga el fuego y se deja reposar la masa, removiendo con cuidado para deshacer la espuma generada.
8. se lava con ayuda de un cernidor, con una sola lavada, la pulpa obtenida.

9. Se añade la pulpa con agua, en un recipiente lo suficientemente ancho como para poder introducir un cedazo y obtener una lámina uniforme de papel de piña.

10. dejar secar en un lugar con abundante corriente de aire y si es posible a sol / medio sombra.

11. Se elimina el proceso químico de blanqueado final de la pulpa celulósica.



Imagen 28. Chilito, L (2019). Proceso de cocción de la hoja de piña cortada para la deslignificación posterior a 80°C.



Imagen 29. Chilito, L. (2019). Hojas de piña cocinadas con el antes de la adición de potasa caústica para la deslignificación.



Imagen 30. Chilito, L. (2019). Potasa caústica, se procede a añadir 270 gr a 1 kg de hoja de piña, se debe diluir antes por su reacción exotérmica.

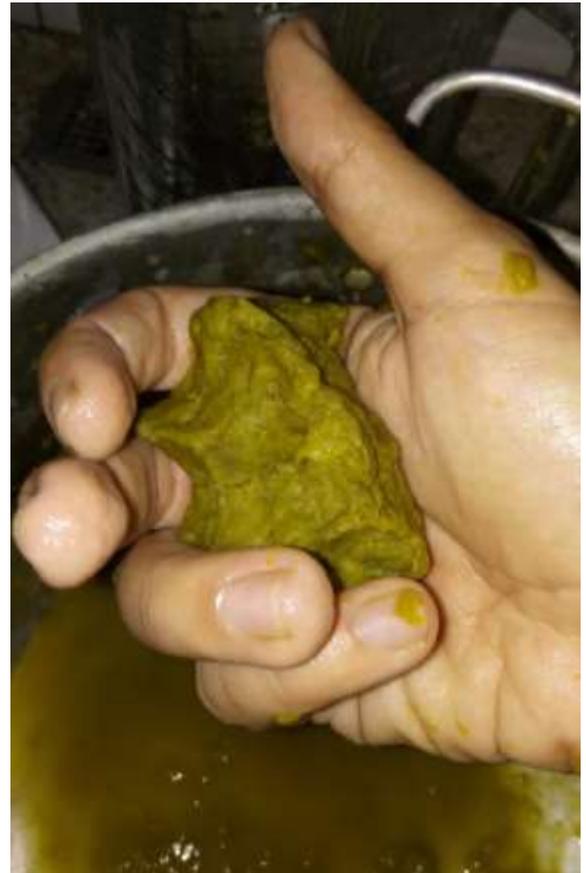


Imagen 31. Chilito, L. (2019). Obtención final del proceso químico de deslignificación, con el cual se obtiene la pulpa celulósica para elaborar papel de piña.



Imagen 32. Chilito, L. (2019). Obtención final del papel de piña, luego de los procesos de paso por el cedazo y secado.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se comprobó del desempeño del material desarrollado a partir de la biomasa resultante de estos cultivos, en el prototipo actual, para variables como la resistencia a la humedad, al peso y a la tensión entre otros. Así, inicialmente se hizo una experimentación de materiales para obtener el papel a partir de la pulpa celulósica, pero éste proceso al requerir grandes maquinarias para llegar al resultado final de grosor, densidad, textura y porosidad, se descartó luego de una primera fase y se procedió a investigar en la industria local si ya existía alguna empresa que haciendo uso del potencial de las fibras vegetales, ya estuviera utilizando este potencial a favor de un material viable y cero contaminante.

Así, la empresa Carvajal, propia de la región del valle del cauca, aprovecha actualmente los residuos del cultivo de caña para la producción de un papel que comparado con el papel blanco tradicional de celulosa de madera, este papel de fibra de caña es mas limpio pues reduce la contaminación en las aguas de salida al prescindir del proceso de blanqueamiento, haciendo un producto más responsable con buen desempeño. Se investigaron las diferentes densidades y cubrimientos al papel producido por Propal de Carvajal, llegando a la conclusión que el papel de referencia Propal Poly es el mejor para la actividad y contexto de la investigación, ya que con su cubierta de biopolímero, protege el papel del daño por contacto directo con la humedad del suelo o de los riegos.

Se destacaron además de otros tipos de cultivo, como del ágave el hallazgo de ser una fibra muy parecida a la de la hoja de la piña, con altísimo grado de resistencia a la tensión mecánica y a la humedad (Negre, 2010), aún siendo una fibra corta, como la que se pretende extraer en el presente estudio.

A continuación la comparación con la pulpa celulósica extraída del cogollo de la piña (imáge ), con menos presencia de fibras, menos resistente y con menor textura, y con el proceso

final de blanqueamiento que al utilizar hipoclorito de sodio, aumenta las cargas de contaminación de las aguas de salida (León, 2015).

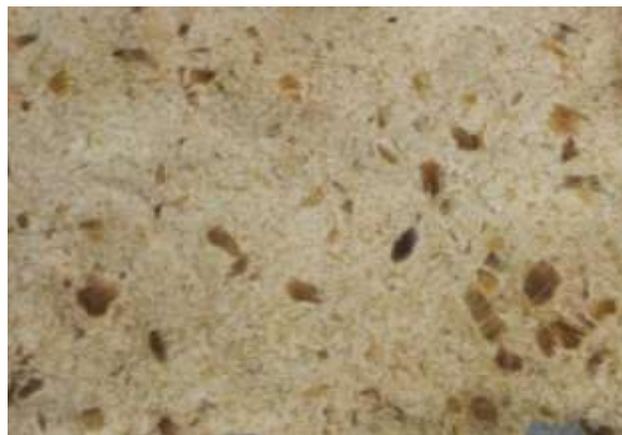


Imagen 33. Chilito, L. (2019). Comparación entre dos resultados de pulpa de papel sin blanqueamiento final de la fibra (arriba) y con blanqueamiento

El proceso de la extracción del papel de piña, tomó en total un tiempo de 3 horas si es para papel si fuera para textiles, seria mayor y con otros químicos (Oscanoa, 2019), con el uso del químico para la deslignificación (hidróxido de potasio o potasa cáustica) y un total de 26 horas, cuando la fibra es procesada de manera mecánica a través de un molino (Florio, 1995), sin químicos, lo cual ciertamente deja en desventaja productiva, al proceso que es 100% natural y orgánico y por ahora nos lleva a seguir haciendo uso de las propiedades químicas de la potasa cáustica.

Otro resultado o insight importante al que se llegó sobre todo con las entrevistas a autoridades en el tema y a salidas de campo a los contextos de aplicación de la solución, es que todos los encargados y profesionales en el área, desconocen a primera vista la contaminación que está ocasionando la bolsa plástica, y no lo ven como algo que incomode o una amenaza, ya están habituados a tan magna contaminación y deterioro de los bosques y océanos.

De lo anteriormente investigado y con la unión de los principios de diseño de empaques y los principios de abordaje

metodológico y teniendo como eje central la participación de la comunidad, nace una propuesta de valor que busca generar una experiencia integral de siembra en los viveros forestales y comerciales, a través de una propuesta con cohesión que de la seguridad de brindar una experiencia completa que considera cada sub etapa en el proceso de preservación vegetal, desde la misma germinación de la semilla, hasta la siembra en terreno.

Los tres ejes fundamentales de esta propuesta, son: La Sostenibilidad, El empoderamiento de la comunidad y la reducción de consumos de materias primas (petróleo, madera), siendo el resultado un empaque que nace de la reutilización de lo que antes era considerado residuo o desecho, generando además de un sistema de contenedores biodegradables, una experiencia integradora y educativa que promueve la concientización por el medio ambiente y la tierra como albergue de vida vegetal.

Se gesta la marca “GREEN SRPOUT” como imagen de de la iniciativa antes mencionada, de brindar un sistema de contenedores biodegradables para el proceso de la siembra que promuevan una experiencia integradora y coherente con el proceso de germinación y sustentación de la vida vegetal, retornando al concepto de diseño: *El abrazo natural.*

Para ello se hizo un proceso de prototipado de contenedores elaborados a partir del papel de caña azucar de propal Earth Pact, con diferentes calibres para revisar los niveles de resistencia a la humedad, la carga y la tensión. Como ya se había mencionado anteriormente en el aparte de metodología y discusión, su forma, respondiendo a criterios de bienestar en el crecimiento radicular, aprovechamiento de espacios en las eras y facilidad de transporte, fue finalmente triangular, pudiendo configurar diversas formas geométricas cuando hay dos o más contenedores unidos, cerca.

El proceso de prototipado, pruebas físicas, de forma y de uniones del papel sin utilizar pegamento, fue el siguiente:



Imagen 34. Chilito, L. (2019). Prototipo de diseño #1, vista frontal del contenedor en papel de gramaje 296.



Imagen 35. Chilito, L. (2019). Prototipo de diseño #1, vista isométrica del contenedor en papel de gramaje 296.



Imagen 36. Chilito, L. (2019). Propuesta del primer prototipo con marca y logo para los empaques, con la incursión de las franjas de rasgado para la salida del sistema radicular en el lugar de trasplante.

De esta manera, y durante un periodo de 2 meses se hicieron pruebas de resistencia al agua ambiente, al riego artificial, en general a la humedad; como también a la resistencia de la tensión y el peso de la tierra contra las paredes del contenedor, como también el comportamiento de crecimiento radicular. Todo esto en la primera propuesta formal del primer prototipo acabado, con logo de marca y características funcionales y estéticas completas:



Imagen 37. Chilito, L. (2019). Contenedores biodegradables Green Sprout con tinta no vegetal a color y sin bio-película protectora a la grasa y/o humedad



Imagen 38. Chilito, L. (2019). Primera propuesta integral a color para los contenedores biodegradables GREEN SPROUT.



Imagen 39. Chilito, L. (2019). Plantilla del contenedor biodegradable Green Sprout, desplegada en 2D, laminar, antes de su ensamble.

Los resultados a las pruebas de exposición al medio ambiente y albergue real de sustrato y plantas fue el siguiente: Los contenedores con calibres mayores a 300 gr, lograron resistir los efectos del agua y la humedad residual ambiental, como también la fuerza ejercida del sustrato contra el contenedor.



Imagen 40. Chilito, L. (2019). Contenedores biodegradables de la prueba de dos meses, después de haber sido expuestos a condiciones climáticas diversas..



Imagen 41. Chilito, L. (2019). Contenedores biodegradables de la prueba de dos meses, evidencia de respuestas diferentes por parte de cada contenedor, de acuerdo al gramaje del papel.

Esto se puede evidenciar en el primer contenedor de izquierda a derecha, se ve como a pesar de la decoloración de las tintas sobre la superficie de papel, se conserva con una estructura completa y estable. Mientras que los otros dos contenedores observados en la imagen, ya empiezan a presentar un deterioro significativo, después de los 60 días de exposición a condiciones climáticas diversas.

En este punto cabe resaltar, que para el significado formal y su resultado, nos basamos en los principios del diseño de empaques o *packaging* pues estos tienen unas líneas visuales definidas, que de manera inconsciente y ya predeterminada le informan al usuario que se trata de un elemento que alberga vida vegetal, dentro de la tendencia orgánica. En esta misma tendencia se da respuesta inmediata a lo de colores tierra, cafés, cálidos y que recuerdan o dan a entender que son de papel o cartón, haciendo así alusión una vez más al desplazamiento o eliminación del plástico de estos procesos naturales.



Imagen 42. Propuesta de diseño ECO para la vida vegetal. Obtenida de <http://rhoeco.com/>.

Concluyentemente, el diseño final que se desarrolló, se planteó con tinta monocromática de origen vegetal, para que no afectara el medio ambiente y no generara manchas de diversos colores sobre el papel del contenedor al exponerse a la intemperie. La referencia de papel que se eligió para solventar este problema fue entonces la –Propal Poly- el último desarrollo de papel de caña de azúcar de Propal, Carvajal, que brinda una protección en contra de la grasa y mayor resistencia al agua.

Se hizo cambios sustanciales en el diseño gráfico de la marca, y de los espacios para rasgado, haciendo esto de carácter y diseño más limpio y sencillo, que a su vez lo volvía en algo más intuitivo y fácil de comprender.



Imagen 43. Chilito, L. (2019). Propuesta monocromática con papel protector en contra de la humedad o la grasa, con zona de rasgado curva y delgada.

Con esta nueva propuesta se consolidó la idea de integrar un kit que brindara mayor comodidad a la hora del uso de todo el sistema integrado: Se empezaron a definir los elementos de transporte, bandejas que evitaban el contacto directo del contenedor con el suelo, el empezar a pensar en la solución del contenedor pequeño tanto de semillas como abono.



Imagen 44. Chilito, L. (2019). Primera formulación de la necesidad de un kit para la propuesta monocromática con papel protector en contra de la humedad o la grasa.

Todo lo anterior llevó a definir dentro del proyecto, el siguiente diseño en respuesta al objetivo primordial: Diseño de un sistema de contención biodegradable para el reemplazo de la bolsa plástica dentro del proceso de la siembra:

Diseño de un sistema de contención biodegradable para reemplazar el uso de plástico en el proceso de siembra.



Imagen 45. Chilito, L. (2019). Producto final: Green Sprout. Tinta monocromática de origen vegetal, papel de fibra de caña de azúcar con película de biopolímero que lo protege de la humedad y/o la grasa.



Imagen 47. Chilito, L. (2019). Sistema de contención biodegradable para el proceso integral de la siembra



Imagen 46. Chilito, L. (2019). Partes traseras del contenedor con la secuencia de uso.



Imagen 48. Chilito, L. (2019). Vista isométrica del sistema de contención integral para la siembra.

Diseño de un sistema de contención biodegradable para reemplazar el uso de plástico en el proceso de siembra.



Imagen 49. Kit de venta del sistema de contención: Se compone de tres contenedores y media caja de transporte.



Imagen 50. Sistema de transporte para los contenedores, elaborado en cartón respaldo o corrugado con doble cubierta.

La configuración prismática triangular de cada recipiente está pensada de esta manera para modularse entre sí con más contenedores, para llegar a formar finalmente una figura geométrica hexagonal, con seis compartimientos o contenedores, que reúne a seis plántulas en sus receptáculos. En la imagen anterior detallamos la configuración “media” con tres

de los recipientes, formando apenas la mitad del hexágono.

#### IV. CONCLUSIONES

Con las visitas de campo a mas agroindustrias y se evidenció que la industria de la caña tiene dos ventajas frente a la industria de la piña y lo que al enfoque del proyecto le interesa: la cantidad de bioresiduos disponibles, pues bien, aunque la producción de la piña sigue en aumento, el cultivo de la caña de azúcar produce tres veces desechos biológicos de sus cultivos, esto debido a que se cultiva en ciclos de tiempo más cortos, se lo hace en extensiones muchísimo mas grandes que las de la piña y porque hay una demanada nacional e internacional mayor de su producto final, el azúcar, que de la piña, pues respecto a esta última nuestro competidor principal y productor pionero en el mundo. Costa Rica, suele solventar la demanda de la mayoría de mercados del continente.

Por ello y por parámetros de tiempo, capital financiero y disposición de maquinarias sofisticadas, investigamos qué empresas producen o aprovechan estos residuos de caña y encontramos de Propal de Carvajal, con su línea: Earth Pact, actualmente lo hace, ofreciéndonos un material de base resistente, producido en grandes cantidades y relativamente económico.

Se desarrolló paralelamente la investigación del material natural a partir de la extracción de celulosa de la piña y del maíz, a la vez que se inició con el desarrollo de prototipos con materiales similares ya existentes para poder realizar las pruebas fisicoquímicas requeridas, tomando como ejemplos la efectividad comprobada de la extracción de celulosa tanto en la piña, como en el Ágave (Jimenez-Muñoz, 2016).

Así con esta investigación y experimentación con la materia prima si se quisiera elaborar el papel para generar los contenedores con la biomasa residual del cultivo de la piña, si se le agregara algún aglutinante, y con la adición de una resina natural se generaría un mayor refuerzo presentado por la fibra de la piña y sería una excelente opción de obtención de la materia prima sin tener que comprarla a carvajal, lo cual reduciría sustancialmente los costos finales, por ende los precios al consumidor final, y seguiría siendo biodegradable. (Quesada-solís 2005), a la pasta celulósica derivada de la piña a la cual se le puede añadir en cierta cantidad una resina orgánica natural que le brinde grosor y resistencia considerables si se desea un mejor desempeño o que dure más de 4 meses antes de ser trasplantada.

Es fundamental entender la importancia de tener la medida adecuada para el sustrato y los abonos, ya que, según Patricia Negreros, se tiene que:

*“Sólo 40% de la reforestación tienen un nivel aceptable de supervivencia. Las características de las plántulas que se utilizan, incluyendo la relación tallo/raíz de la plántula, deben tomarse en cuenta para*

*lograr los resultados deseados (alta supervivencia y buen crecimiento en campo)."*

#### CONTACTO CON LA COMUNIDAD:



Imagen 51. Chilito, L. (2019). Socializando la materialización del prototipo – producto final al propietario del vivero Pasoancho.

Se estableció una reducción del tamaño y por ende capacidad volumétrica del recipiente, de 750 cc a 500 cc. Lo cual proporciona mayor número de contenedores por pliego y permite una mayor optimización de los recursos en todos los aspectos, haciendo así más llevadero el proceso de traslado.

#### V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilar, M., González, D., González, O., Otero, E., Patiño, J., Pérez, A. & Ramos, Y. (2015). Ecopapel A Base Del Cogollo De La Piña. Revista de Iniciación Científica. RIC · Nº. 1
2. Aguirre, M. A., López-Ibarra, L. I., Bolaños-Trochez, F. V., González-Guevara, D. F., & Buitrago-Bermúdez, O. (2017). Percepción del paisaje, agua y ecosistemas en la cuenca del río Dagua, Valle del Cauca, Colombia. *Perspectiva Geográfica*, 22(1), 109-126.
3. Arcila, J. (2000). Evite errores en el manejo de almácigos de café. *Cenicafé, Avance Técnico* 274. 1-7.
4. Chávez-Sifontes, M., & Domine, M. E. (2013). Lignina, estructura y aplicaciones: métodos de despolimerización para la obtención de derivados aromáticos de interés industrial. *Avances en ciencias e Ingeniería*, 4(4), 15-46.
5. Chiellini, E. (Ed.). (2008). *Environmentally compatible food packaging*. Elsevier.
6. Enrique de Florio, R. (1995). Extracción Del Almidón De La Hoja De Piña (Anona comosus). *Ciencia & Desarrollo*, (2), 52-60.
7. Flores, C. E. (2009). POLÍMEROS VS. PLÁSTICOS. *REVISTA ELECTRONICA* Nro, 14, 51.
8. García, S. (2009). Referencias históricas y evolución de los plásticos. *Revista Iberoamericana de polímeros*, 10(1), 71-80.
9. Gélvez, S. M. R., Laguado, A. Y. G., & Loaiza, J. A. V. (2016). Elaboración de un papel ecológico a base de cogollos de piña. *Revista Nova*, 2(1), 50-55.
10. Gil, B., Tatitana, A., & Palencia Villa, A. L. (2018). *Estrategias* para la competitividad de la piña tipo exportación en Colombia.
11. Ivonne, A. (2016). Evaluation of container types on the root growth of coffee (Coffea arabica L. cv. Castillo) in the nursery stage. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(1), 125-136.
12. Jiménez-Muñoz, E., Prieto-García, F., Prieto-Méndez, J., Acevedo-Sandoval, O. A., & Rodríguez-Laguna, R. (2016). Caracterización fisicoquímica de cuatro especies de agaves con potencialidad en la obtención de pulpa de celulosa para elaboración de papel. *Dyna*, 83(197), 232-242.
13. Morales Gonzalez, R. I., Riveroll Ochoa, M., Sandoval, R., & Guadalupe, A. S. (2018). Desarrollo de un prototipo de molde para macetas biodegradables a partir de celulosa bacteriana SCOPY (Symbiotic Colony of Bacteria and Yeast).
14. Martínez, J. R. R. (2008). *Viveros forestales*. EUNED.
15. Navia, D. P., & Castillo, H. S. V. (2015). Impacto de la investigación en empaques biodegradables en ciencia, tecnología e innovación. *INGRESAR A LA REVISTA*, 11(2), 173-182.
16. Negrete, L. A. P., del Villar Quiñones, P., & Rodríguez, A. P. (2010). Extracción de fibras de agave para elaborar papel y artesanías. *Acta universitaria*, 20(3), 77-83.
17. Negreros-Castillo, P., Apodaca-Martinez, M., & Mize, C. W. (2010). Efecto de sustrato y densidad en la calidad de plántulas de cedro, caoba y roble. *Madera y bosques*, 16(2), 7-18.
18. Lardizabal, R. (2011). *Producción De Plantulas*. USAID.
19. León, T. G., Archila, G., Ramírez, M., & García, J. (2015). Control de las variables de salida de un clarificador de agua con condiciones variables de entrada mediante curvas de dosificación. *Revista INGENIERÍA UC*, 22(2), 7-20.
20. López, O. V. (2011). *Desarrollo, caracterización y aplicación de envases biodegradables a partir de almidón* (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Exactas).
21. Ojeda-Bustamante, W., Sifuentes-Ibarra, E., Íñiguez-Covarrubias, M., & Montero-Martínez, M. J. (2011). Impacto del cambio climático en el desarrollo y requerimientos hídricos de los cultivos. *Agrociencia*, 45(1), 1-11.
22. Oscanoa, E. H., & Boza, A. A. Utilización de las Hojas de Piña para Elaborar Telares. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 22(43), 127-132.
23. Parás, J.B. (2019). Plástico: El desecho interminable, ¿jamás degradable? *Revista de la Academia de Ciencias de Corelos, A.C., La unión de Morelos* 26-27. Recuperado de [http://acmor.org.mx/?fbclid=IwAR1JiIFP6aayo1s6UOhkH\\_7tYpiVQPWehv0DtFn00hJ7uQ9-rWjXwtvo0do&q=content%2Fp1%C3%A1stico-el-desecho-interminable-%C2%BFjam%C3%A1s-degradable](http://acmor.org.mx/?fbclid=IwAR1JiIFP6aayo1s6UOhkH_7tYpiVQPWehv0DtFn00hJ7uQ9-rWjXwtvo0do&q=content%2Fp1%C3%A1stico-el-desecho-interminable-%C2%BFjam%C3%A1s-degradable)
24. Pascual Insa, J. U. L. I. O. (2016). Desarrollo de un nuevo material biodegradable para el sector agrario basado en ácido poliláctico reforzado con gluten y aceite de linaza epoxidado como plastificante.
25. Quesada-Solís, K., Alvarado-Aguilar, P., Sibaja-Ballester, R., & Vega-Baudrit, J. (2005). Utilización de las fibras del rastrojo de piña (Ananas comosus, variedad champaka) como material de refuerzo en resinas de poliéster. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 6(2), 157-179.
26. Redman, C. (1990). *Los orígenes de la civilización*. Crítica, Barcelona, 276.

VI. ANEXOS

**TABLA DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO:**

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	IMPACTO	UNIDADES DE MEDIDA	HERRAMIENTA DE MEDICIÓN
Reducir el tiempo y fatiga laboral que conlleva el proceso de siembra desde la semilla hasta el trasplante al terreno	SI	Tiempo, Encuestas, entrevistas	Cronómetro, encuestas de satisfacción, videos
Identificar las etapas en el proceso de siembra y trasplante de plántulas	NO	salidas de campo, Investigación	No Aplica
Evaluar el desempeño e idoneidad del material vegetal para el diseño de contenedores	SI	unidades de presión: pascal (1 Pa = 1 N/m <sup>2</sup> ). Densidad, cantidad de fibras	Resistencia de la fibra a la tensión, al clima y al peso, Nivel de degradación (tiempo),
Evaluar /medir el impacto de la bolsa plástica (para el proceso de siembra) en el medio ambiente	SI	Kilogramos, tiempo: años	Cantidad de residuos plásticos producidos por los viveros, numero de años en degradarse
Monitorizar el tiempo que tarda la planta en crecer en el contenedor y cuanto tarda en degradarse	SI	Días	Días, tiempo.

TABLA 1, Elaboración personal, Evaluación de los objetivos específicos del proyecto, respecto a si son evaluables, medibles en su nivel de impacto en la comunidad.

**TABLA DE COMPARACIÓN DE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS ENTRE LAS SOLUCIONES EXISTENTES Y LA PROPUESTA:**

REVISIONES / MEDIDORES				
Nivel de impacto visual	Con gráficos explicativos y colores alusivos a la marca y propósito	Sencillo y bien elaborada, a una sola tinta	Recursos básicos de etiquetado, forma inusual	Esquema de empaque y diseño visual muy recto, bajo atractivo
Biodegradable / fibras vegetales	✓	✓	✓	✓
Resistente al agua	PRUEBAS EN CURSO, van 8 días. Sí resiste con leve deformación	8	4	8
Resistente al Peso	Si: 1 contenedor: 1200 gramos Sistema de 6 contenedores: 6 kilos	hasta 500 gramos	Hasta 180 Gramos	hasta 300 gramos

Diseño de un sistema de contención biodegradable para reemplazar el uso de plástico en el proceso de siembra.

Usabilidad (nivel de comunicación)	Muy atractiva, colorido y fácil de entender	Diseño sencillo, sin colores, no es llamativo	Diseño formal atractivo, no se entiende su función al respecto	
Modulable / portátil	✓	✗	✓	Esquema de empaque y diseño visual muy recto, bajo atractivo
Sistema objetual integrador	✓	✗	✗	✗
costo	\$500 todo el sistema del contenedor grande o mediano, semillero y asa	\$5500 la maceta más el empaque con etiquetas	✗	\$2800 maceta \$1500 Semillero

**Formato EDB-02. Entrega del trabajo (trabajo de grado, caso o tesis) y autorización de su uso a favor de la Universidad Icesi**



**Dirección de Servicios y Recursos de Información  
Biblioteca  
EDB-02. Presentación del Trabajo  
(Trabajo de Grado, Caso o Tesis)**

FECHA		
DD	MM	AAAA
16	01	2020

**1. Presentación del trabajo (trabajo de grado, caso o tesis).**

Código	Documento de Identidad		Apellidos	Nombres	Correo Electrónico
	Tipo	Número			
A00317820	CC	1018431031	Chilito Ruiz	Laura Victoria	Laura.chilito.ruiz@gmail.com

Programa	Diseño Industrial
Facultad	Ingeniería Industrial
Título al que opta	Diseñadora Industrial
Asesor	Carlos Araujo
Diseño de un sistema de contención biodegradable para el reemplazo de la bolsa plástica para el proceso de la siembra	

Palabras claves **en español e inglés** (materias): Packaging, Design, Sowing, Industrial, Biodegradable, Nature, plastic, paper, Container, cellulose pulp, sugar cane, cali, valle del cauca, pineapple, plants, forestal, forest, reforestation, application, app

Resumen del trabajo **en español e inglés**:

El objetivo de la presente investigación es ayudar a erradicar el uso de elementos plásticos de parte de la actividad humana. En este caso es el proceso de siembra, la cerda se encuentra desde pequeñas y antiguas prácticas como el cultivo de nuestros propios alimentos hasta los procesos agroindustriales actuales. Para lograrlo fue perentoria la búsqueda de información en el campo, donde se comprobó que la gran mayoría de profesionales y trabajadores ya estaban acostumbrados al uso de la bolsa de plástico para contener las plantas. Esta investigación brinda la oportunidad de experimentar con materiales orgánicos como la hoja de piña, donde se hizo un papel, lo que demuestra su resistencia al agua y la tensión mecánica. Últimamente se descubrió una empresa local que ya fabricaba papel con caña de azúcar, y después de usar esto con el prototipo se descubrió que su resistencia era adecuada para los contenedores biodegradables.

The focus of the present investigation is to help eradicate the use of plastic elements of some of the human activity. In this case is the sowing process, the sow is found since small and ancient practices as growing our own food to nowadays agroindustrial processes. For achieve this was perentory the search of information in the field, where it was found that the vast majority of professionals and workers and accustomed to the use of the plastic bag to contained the plants. This investigation gives the opportunity to experiment with organic materials as the pineapple leaf, where it was made a paper of it, proving it resistance to water and mechanical tension. Lately it was discovered a local company who already was making paper from sugar cane, and after using this with the prototype it was found that it resistance was suitable for the biodegradable containers.

## **2. Autorización de publicación de versión electrónica del trabajo (trabajo de grado, caso o tesis)**

Con esta autorización hago entrega del trabajo (Trabajo de Grado, Caso o Tesis) y de sus anexos (si existen), de forma gratuita en formato digital o electrónico (CD-ROM, DVD) y doy plena autorización a la Universidad Icesi, de forma indefinida, para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, la Ley 44 de 1993, leyes y jurisprudencia vigente al respecto, haga publicación de este con fines educativos. PARÁGRAFO: esta autorización además de ser válida para las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, también para formato digital, electrónico, virtual, para usos en: red, Internet, extranet, intranet, biblioteca digital y demás para cualquier formato conocido o por conocer.

EL AUTOR, expresa que el trabajo (Trabajo de Grado, Caso o Tesis) objeto de la presente autorización es original y la elaboró sin quebrantar ni suplantar los derechos de autor de terceros, y de tal forma, el trabajo (Trabajo de Grado, Caso o Tesis) es de su exclusiva autoría y tiene la titularidad sobre éste. PARÁGRAFO: en caso de queja o acción por parte de un tercero referente a los derechos de autor sobre el trabajo (Trabajo de Grado, Caso o Tesis) en cuestión, EL AUTOR, asumirá la responsabilidad

total, y saldrá en defensa de los derechos aquí autorizados; para todos los efectos, la Universidad Icesi actúa como un tercero de buena fe.

Todo personal que consulte ya sea la biblioteca o en medio electrónico podrá copiar apartes del texto citando siempre la fuentes, es decir el título del trabajo y el autor. Esta autorización no implica renuncia a la facultad que tengo de publicar total o parcialmente la obra.

La autorización debe estar respaldada por las firmas todos los autores del trabajo (trabajo de grado, caso o tesis)

Si autorizo

### 3. Firmas

<p>Firma estudiante 1</p>  <hr/> <p>Documento: C.C. 1'018.431.031 Bogotá</p>	<p>Firma estudiante 2</p> <hr/> <p>Documento:</p>
<p>Firma estudiante 3</p> <hr/> <p>Documento:</p>	<p>Firma estudiante 4</p> <hr/> <p>Documento:</p>