

## Analysis of the elaboration process of biodegradable dishes with Ecuadorian leaves.

## Análisis del proceso de elaboración de platos biodegradables mediante la utilización de hojas de plantas ecuatorianas.

Belén Chillagana Ramírez<sup>1</sup>[0000-0003-4235-9604], José Inga Zhunio<sup>2</sup>[0000-0003-4235-9604], Alejandro Maldonado Arteaga<sup>3</sup>[0000-0003-4235-9604]

<sup>1</sup> Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador  
E-mail: [mbchillaganaramirez@istct.edu.ec](mailto:mbchillaganaramirez@istct.edu.ec)

<sup>2</sup> Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador  
E-mail: [jringazhunio@istct.edu.ec](mailto:jringazhunio@istct.edu.ec)

<sup>3</sup> Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador  
E-mail: [smaldonado@istct.edu.ec](mailto:smaldonado@istct.edu.ec)

Recibido: 15/10/2024

Aceptado: 11/11/2024

Publicado: 20/12/2024

### RESUMEN

El presente estudio aborda la problemática creciente del consumo de plásticos desechables en el país, los cuales representan un 40% de los residuos plásticos totales y generan un impacto ambiental significativo. Como respuesta a esta situación, se propone una innovación en el mercado de envases desechables mediante la elaboración de platos biodegradables a partir de hojas de plantas nativas ecuatorianas. La investigación se centra en analizar el proceso de producción de los platos: basado en dos técnicas, la primera utilizando un horno convencional, dentro de este proceso se desinfectaron las hojas, se adhirieron con aglutinante, las calentamos y para la forma se utilizaron moldes; la segunda utilizando una máquina termoformadora repitiendo los pasos de desinfección y adherencia se calentaron los moldes para que el material adquiriera la forma. El proceso con la termoformadora es óptimo para la fabricación de los platos con las características deseadas, como resistencia y durabilidad. El proceso de horneado fue optimizado mediante ajustes en la maquinaria y los parámetros de temperatura. Los resultados mostraron que un precalentamiento a 65 C seguido de un horneado a 160°C no fue óptimo, el plato perdía su forma y adherencia por el por el secado excesivo; se intentó moldear de una manera diferente, calentando las hojas con ayuda de la termoformadora y secando las mismas a temperatura ambiente, pero el material perdió la forma; seleccionamos un método que involucraba un secado inicial a temperatura ambiente luego de desinfectarlas correctamente. Para la obtención del plato biodegradable resultó de la unión de hojas, cartón y aglutinante para posteriormente aplicar un secado a temperatura ambiente dentro de los moldes, este método permitió obtener platos más estables y

Chillagana Ramírez, B., Inga Zhunio, J., & Maldonado Arteaga, A. (2024). Análisis del proceso de elaboración de platos biodegradables mediante la utilización de hojas de plantas ecuatorianas. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/article/view/165](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/article/view/165)

duraderos. El eje considerado más importante se basa en ajustar las temperaturas y tiempos de secado para encontrar el punto óptimo de humedad y resistencia.

**Palabras clave:** biodegradables; platos desechables; hojas de plantas; sostenibilidad; innovación

## ABSTRACT

This study addresses the growing problem of disposable plastic consumption in the country, which represents 40% of total plastic waste and generates a significant environmental impact. In response to this situation, an innovation in the disposable packaging market is proposed through the production of biodegradable plates from leaves of native Ecuadorian plants. The research focuses on analyzing the production process of the plates: based on two techniques, the first one, using a conventional oven, within this process the sheets were disinfected, adhered with binder, we heated them and for the shape we used molds, the second using a thermoforming machine repeating the steps of disinfection and adherence, the molds were heated directly so that the material acquires the shape of the plates. The process with the thermoforming machine is optimal for the manufacture of plates with the desired characteristics, such as resistance and durability. The thermoforming process was optimized by adjusting the machinery and temperature parameters. The results showed that preheating at 65 °C followed by thermoforming at 160°C was not optimal, the plate lost its shape and adherence due to the excessive drying process. A different way of molding was tried, heating the sheets with the help of the thermoformer and drying them at room temperature, but the material lost its shape. Lately, it was selected a method that involved an initial drying at room temperature after disinfecting correctly. The mixture to obtain the biodegradable plate was the union of leaves, cardboard and binder to later apply a drying at room temperature inside the molds. This method allowed us to obtain more stable and durable plates. The most important axis considered is based on adjusting the temperatures and drying times to find the optimum point of humidity and resistance.

**Index terms:** biodegradable; disposable dishes; plant leaves; sustainability; innovation.

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente existe una progresiva preocupación debido al impacto ambiental del plástico, especialmente de los productos de un solo uso como los platos desechables. Estos productos generan una gran cantidad de residuos no biodegradables que contaminan el medio ambiente, especialmente los ecosistemas marinos.

La producción de platos de plástico requiere una gran cantidad de energía y recursos naturales, lo que afecta de manera significativa, por lo cual el mundo se encuentra en busca de alternativas más sostenibles y como solución se encuentran los platos biodegradables.

Los platos biodegradables pueden ser fabricados a base a varios materiales como hojas,

Chillagana Ramírez, B., Inga Zhunio, J., & Maldonado Arteaga, A. (2024). Análisis del proceso de elaboración de platos biodegradables mediante la utilización de hojas de plantas ecuatorianas. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/article/view/165](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/article/view/165)

almidón, fibras o bioplásticos como el PLA o PHA lo cual hace que la degradación de los platos sea aproximadamente alrededor de 28 días en el caso de usar hojas, 120 días en el caso del almidón y en el caso del PLA o PHA puede tomar 2 años a diferencia del plástico convencional que se degrada en 100 o 1000 años. (Aragón, 2018)

Es preciso indicar que toda la investigación se basa en analizar el proceso de elaboración y producción de platos biodegradables con hojas de plátano, achira y la fabricación de estos analizando el tiempo de termoformado de los platos para cada tipo de hoja.

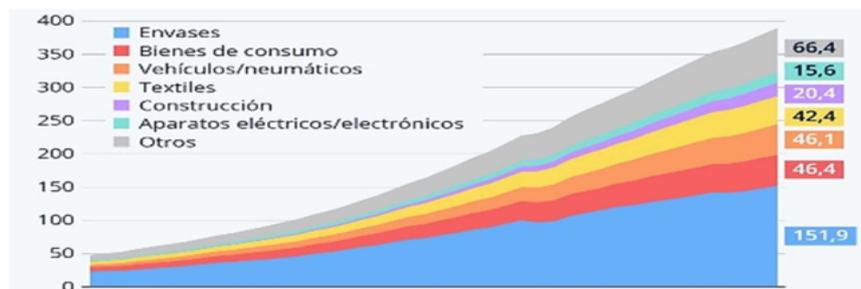
### Plástico

Un plástico es un material polímero formado por la unión repetitiva de miles de átomos que forman macromoléculas, los plásticos regularmente pueden tener compuestos orgánicos o sintéticos, tienen ciertas propiedades las cuales mediante el uso de aditivos son mejoradas como la deformación y resistencia, al someter a los plásticos a temperaturas muy altas estos tienen a expulsar gases los cuales son considerados tóxicos para el ser humano y afectan de manera severa al ambiente. (Salvador, n.d.)

### Material biodegradable

Un material se considera biodegradable cuando posee la capacidad de descomponerse con la ayuda de la acción de los diversos agentes biológicos y a las condiciones ambientales en las que se encuentra sin dejar restos de microplásticos, sufriendo cambios en su estructura de manera química y física hasta que los elementos regresen a la naturaleza sin afectarla. (Prime, 2022)

Figura 1 Producción mundial de residuos



Fuente: (Melo, 2024)

### Afectación residual a nivel mundial del plástico

En un lapso de 20 años la producción anual de residuos plásticos en todo el mundo se ha incrementado, pasando de 180 millones a más de 350 millones de toneladas. Gran parte de los residuos que se generan no son sometidos a un proceso para desintegrarlos de manera adecuada, al contrario de eso una cuarta parte de los residuos acaban en vertederos abiertos o en la naturaleza como quebradas o ríos. Sólo el 9% de plástico se recicla, mientras que el 69% se incinera o entierra. El 40% de los residuos plásticos generados en el mundo provienen de

Chillagana Ramírez, B., Inga Zhunio, J., & Maldonado Arteaga, A. (2024). Análisis del proceso de elaboración de platos biodegradables mediante la utilización de hojas de plantas ecuatorianas. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/article/view/165](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/article/view/165)

envases como platos, vasos ocucharas tal como se puede ver en la figura 1.(Melo, 2024)

### ***Afectación residual en el ecosistema marítimo***

Dentro de los océanos se encuentran varios residuos en su mayoría plásticos, según la organización Ocean Conservancy en el año 2023 se reunieron 319.000 voluntarios los cuales realizaron una campaña en la que se recolectaron cerca de 1,3 millones de envases de comida además de una gran cantidad de colillas de cigarrillos y un aproximado de 850.000 botellas de plástico, entre otros objetos. Al finalizar, se recolectaron alrededor de 9.760.227 objetos (Roa, 2023).

### ***Afectación residual del plástico anivel del país***

Durante el año 2018 en Ecuador se arrojó 12.739,01 toneladas de basura de manera diaria. Dentro de los residuos, el 11,43% estaba conformado por plásticos lo cual representa una cifra de 531.461 toneladas anuales de esos residuos plásticos. (Nada Frena Los Plásticos De Un Solo Uso: Más De 260.000 Toneladas Al, 2020)

En el año 2020 se emitió un reporte del INEC dentro del cual se detalla que al día dentro de Ecuador se recolectan al menos 12.613 toneladas de residuos, estos tenían un porcentaje del 44% correspondiente a desechos inorgánicos y el 11% de estos desechos correspondían a plásticos. (Los Desechos Plásticos Aún Ingresan Al Ecuador Sin Control, 2022)

El tiempo de descomposición se basa dependiendo del material utilizado y de las condiciones a la cual fue sometido el mismo.

### **Termoformado**

Es un proceso de fabricación el cual consiste en calentar un material para que este se vuelva más flexible y obtener la forma deseada. Al enfriarse el material este adquiere la forma y solamente se lo recorta para generar la pieza acabada. Para este proceso se utiliza una máquina denominada "Termoformadora". (Guía De Termoformado, n.d.)

### ***Termoformado al vacío***

Dentro de este proceso se utiliza la extracción del aire para deformar a la lámina. En primer lugar, se calienta el material deseado para que sea más flexible. Posterior a esto la máquina de moldeo en vacío extrae el aire, haciendo que el material se contraiga hasta obtener la forma del molde utilizado. El proceso con vacío es un proceso bastante rápido para la fabricación de varias piezas.(Guía De Termoformado, n.d.)

### **Hojas de plantas como material biodegradable**

Las hojas de plantas se han utilizado como envase para alimentos o postres para garantizar una manipulación segura de alimentos, cuentan con superficies cerosas e impermeables que

Chillagana Ramírez, B., Inga Zhunio, J., & Maldonado Arteaga, A. (2024). Análisis del proceso de elaboración de platos biodegradables mediante la utilización de hojas de plantas ecuatorianas. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/article/view/165](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/article/view/165)

protegen a los alimentos de la humedad excesiva retrasando el proceso de deterioro conservando así su frescura, cuentan con extractos antioxidantes y antimicrobianos, la oxidación y la contaminación microbiana los factores principales dentro del deterioro de los alimentos. (Gioffre & Gioffre, 2023)

### **Almidón como aglutinante**

El almidón es un polisacárido natural que se encuentra en las semillas, los tubérculos y los cereales. Se ha utilizado por muchos años como aglutinante en diversas aplicaciones, desde la elaboración de alimentos hasta la producción de textiles y papel, es un componente biodegradable, lo que lo convierte en una alternativa sostenible a los aglutinantes tradicionales. (Villarreal et al., 2018)

#### ***Tipos de almidón utilizados como aglutinantes***

- Almidón de maíz: Es el tipo de almidón más utilizado en la elaboración de platos biodegradables.
- Almidón de trigo: Se caracteriza por su alta capacidad de absorción de agua.
- Almidón de arroz: Posee buenas propiedades de filmógeno y barrera.
- Almidón de patata: Es un buen aglutinante y espesante

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Materiales**

#### ***Termoformadora***

Funciona a 110 V, su resistencia tiene una potencia eléctrica de 1000 W, la capacidad de llegar a calentarse es hasta 195°C, cuenta con una bomba de vacío con motor monofásico de 1 Hp, su funcionamiento se da mediante el control de tiempo lo cual es facilitado por temporizadores analógicos además de contar con sensores que suenan en el momento en el que termina cada proceso.

#### **Figura 2**

*Máquina termoformadora*

Chillagana Ramírez, B., Inga Zhunio, J., & Maldonado Arteaga, A. (2024). Análisis del proceso de elaboración de platos biodegradables mediante la utilización de hojas de plantas ecuatorianas. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/article/view/165](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/article/view/165)



*Horno de tratamientos térmicos*

**Figura 3**

*Horno de tratamientos térmicos*



### **Características**

Es un horno eléctrico que funciona a 220 V, alcanza una temperatura de 800°C tiene una potencia de 3,3 KW y trabaja con material refractario sólido, cuenta con un temporizador manual para el control de tiempos de alcance de la temperatura.

### *Hoja de achira*

**Figura 4**

*Hoja de achira*

Chillagana Ramírez, B., Inga Zhunio, J., & Maldonado Arteaga, A. (2024). Análisis del proceso de elaboración de platos biodegradables mediante la utilización de hojas de plantas ecuatorianas. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/article/view/165](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/article/view/165)



### Características

Hojas grandes de forma ovalada, flexibles y adaptables a diferentes formas pueden llegar a medir de 30 a 60 cm de largo, al no ser tóxicas se consideran aptas para el consumo alimentario, una de sus mayores características es la presencia de resistencia al agua gracias a la cutícula cerosa en su superficie, tiene la capacidad de soportar temperaturas ambientes de 14 y 27°C y soporta hasta 50°C en exposición al calor antes de presentar quiebres y quemaduras en la hoja dependiendo del grosor de la misma. (Cartay, 2020)

Para la fabricación de 2 platos se utilizó 1 paquete el cual contiene un total de 8 hojas, las hojas utilizadas tienen una medida de 40x30, las hojas del paquete, las hojas son compradas en estado de refrigeración.

### *Hoja de plátano*

#### Figura 5

*Hoja de plátano*



*Nota. (NECTARFRUIT SL, 2023)*

### Características

Hojas grandes de forma oblonga a elíptica, son impermeables y resistentes al agua, resistentes a la tracción, biodegradables y compostables además de ser aptas para uso alimentario y contener propiedades antibacterianas y antifúngicas. Soporta temperaturas entre 5°C y 35°C sin sufrir daños, y temperaturas de hasta 50°C en exposición al calor durante cortos periodos de tiempo antes de que se quemen y desintegren. (Picturethis, s.f.)

Chillagana Ramírez, B., Inga Zhunio, J., & Maldonado Arteaga, A. (2024). Análisis del proceso de elaboración de platos biodegradables mediante la utilización de hojas de plantas ecuatorianas. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/article/view/165](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/article/view/165)

## **Cartón**

El cartón destaca por su bajo impacto ambiental gracias a su proceso de producción eficiente y su capacidad de biodegradarse, convirtiéndolo en un material sostenible y reciclable, ejemplifica la economía circular al cumplir con las 3R: se reduce material en su diseño, se reutiliza en múltiples ocasiones y se recicla para crear nuevos productos, además, puede ser compostado, convirtiéndolo en un fertilizante natural (Rodríguez, 2024)

Para fabricar los platos se utilizaron moldes de 3 materiales: Plástico, aluminio y arcilla, estos fueron utilizados en los dos métodos para determinar el material más adecuado para la fabricación de los mismos.

### **2.1 Métodos**

#### ***Proceso de elaboración con horno***

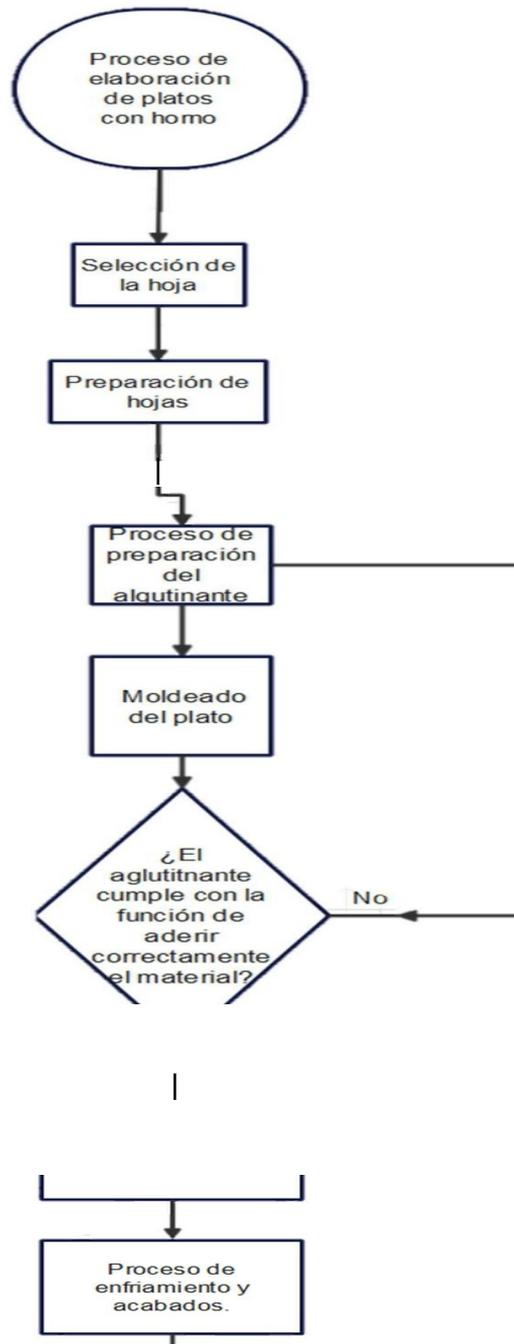
- **Selección y preparación de las hojas:** Se elige hojas grandes y firmes de plantas adecuadas como achira o plátano, se procede a lavar las hojas cuidadosamente para eliminar cualquier suciedad o residuo después de hervir las hojas en agua durante unos minutos para ablandarlas y hacerlas más flexibles, se escurre las hojas y se las seca con toallas absorbentes. Como se ve en la figura 6 y 7.
- **Elaboración del aglutinante:** En una olla se pone a hervir la mezcla de una taza de almidón de yuca, media taza de agua y una cucharada de glicerina vegetal, se incorporan hasta obtener una consistencia homogénea, en caso de querer preservarla se añade 2 cucharadas de vinagre. Como se muestra en la figura 8.
- **Moldeado de los platos:** Como se muestra en la figura 9, se debe precalentar el horno a una temperatura media de 180-200°C. Se coloca una hoja seca sobre una superficie plana y se aplica una capa uniforme de aglutinante sobre la hoja, extendiéndola con cuidado, este proceso se lo realiza con un total de 5 hojas, se calientan las hojas y posterior a eso se las coloca en el molde a presión.
- **Secado:** Al colocar en el molde a presión se realiza el proceso de secado dentro del horno a una temperatura baja o a temperatura ambiente por un tiempo de 24 horas.
- **Acabado:** Colocar la laca biodegradable para tener un plato más firme y brillante.

En la siguiente figura se observa un flujograma en el cual se detalla el proceso a seguir para la elaboración de los platos biodegradables con ayuda del horno de tratamientos térmicos.

Chillagana Ramírez, B., Inga Zhunio, J., & Maldonado Arteaga, A. (2024). Análisis del proceso de elaboración de platos biodegradables mediante la utilización de hojas de plantas ecuatorianas. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/article/view/165](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/article/view/165)

Figura 6.

Flujograma del proceso de elaboración de platos biodegradables con el uso del Horno



### Proceso de elaboración con una máquina termoformadora.

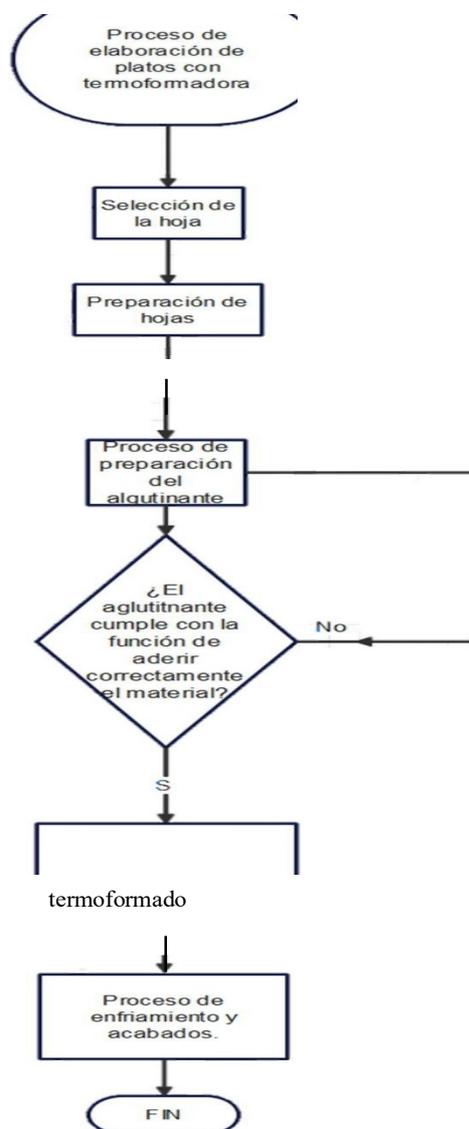
- **Selección y preparación de las hojas:** Elegir hojas grandes y firmes de plantas adecuadas (achira, plátano). Lavar las hojas cuidadosamente para eliminar cualquier suciedad o residuo y secar las hojas completamente como se observa en las figuras 11 y 12.
- **Preparación de la termoformadora:** Precalentar la termoformadora a la temperatura adecuada para el tipo de hoja utilizada, se debe ajustar la presión y el tiempo de formado según el grosor deseado de los platos además de colocar el molde en la termoformadora como se puede apreciar en la figura 13.
- **Colocación de la hoja:** Centrar las hojas preparadas con aglutinante sobre la mordaza dentro de la termoformadora.
- **Formado de los platos:** Empezar el ciclo de formado de la termoformadora. La máquina aplicará calor mediante la ayuda de la resistencia la cual será controlada con ayuda de un termómetro, una vez caliente el material se procede a aplicar presión sobre la hoja, moldeándola a la forma deseada. Una vez completado, se enciende la bomba de vacío que absorberá el aire contrayéndolo y enfriando las hojas para así obtener el molde seco.
- **Extracción de los platos:** Retirar cuidadosamente los platos moldeados.
- **Acabado:** Colocar la laca biodegradable para tener un plato firme y un acabado brillante.

En el flujograma de la figura 7 se establece de manera más puntual el proceso a seguir para la elaboración de los platos biodegradables con ayuda de la máquina termoformadora.

Chillagana Ramírez, B., Inga Zhunio, J., & Maldonado Arteaga, A. (2024). Análisis del proceso de elaboración de platos biodegradables mediante la utilización de hojas de plantas ecuatorianas. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/article/view/165](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/article/view/165)

Figura 7.

Flujograma del proceso de elaboración de platos biodegradables con el uso de termoformadora



Nota: Fuente Propia

### 3. RESULTADOS

Dentro de la fabricación de los platos a base de hojas uno de los pasos más importantes fue la fabricación del aglutinante para pegar cada una de las capas, para esto se realizó 3 pruebas hasta llegar a la consistencia requerida.

#### 3.1 Aglutinante

##### PRUEBA 1

En la primera prueba el aglutinante se fabricó con un porcentaje de 3/4 de taza de agua y 1/2 de almidón de yuca, el resultado de la mezcla fue bastante homogénea sin embargo al tener una consistencia acuosa no cumplía con el requisito para pegar los

platos.

### **PRUEBA 2**

Para la segunda prueba se utilizó 1/2 taza de agua y 1/2 taza de almidón de yuca además de agregar una cucharada de vinagre para aumenta su conservación, esta mezcla aumentó su viscosidad, pero no se obtiene la consistencia adecuada, estaba muy líquida.

### **PRUEBA 3**

Para la tercera prueba utilizamos ½ taza de agua, 1 taza de almidón de yuca, una cucharada de vinagrey se decidió agregar una cucharada de glicerina vegetal.

Una vez terminadas las pruebas del aglutinante se dio inicio con las pruebas para la elaboración de los platos.

## **3.2. Elaboración de platos**

### **PRUEBA 1**

Para la primera prueba se utilizó una maquina termoformadora, la misma se encontraba a una temperatura de 170°C, para el primer proceso se utilizó una cantidad de 5 hojas las cuales tienen un grosor de 0.5 mm obteniendo así un grosor total de 2.5 mm, al utilizar esta temperatura las 2 primeras hojas se secaron en exceso dejándolas demasiado frágiles (ver figura 20) y a las 3 siguientes solamente las calentó por lo cual se descartó la cantidad de hojas y la temperatura.

### **PRUEBA 2**

En la segunda prueba se utilizó la máquina con un total de 3 hojas con un cambio leve de temperatura el cual se redujo a 110°C, en esta prueba las hojas se calentaron por igual por lo cual se procedió a moldear el plato, sin embargo la bomba de vacío no contaba con la potencia necesaria de absorción, la bomba cuenta con una potencia de 1000 W equivalente a 1 HP y para la fuerza de absorción se necesitaba una bomba que cuente con al menos 3 HP, la bomba utilizada tenía como objetivo principal la termoformación de material plástico por lo cual se optó por calentar solamente las hojas con ayuda de la resistencia de la máquina para posteriormente moldearlas manualmente con ayuda de los moldes, proceso en el cual el resultado fue bueno y tomó la forma deseada sin embargo para el proceso de secado la misma perdió la forma por lo cual este proceso fue descartado.

### **PRUEBA 3**

Para la tercera prueba se optó por un cambio de proceso en el cual interviene el horno de tratamientos térmicos, para este proceso se decidió calentar primero las hojas previamente pegadas a una temperatura de 65°C por 3 minutos para proceder con el

Chillagana Ramírez, B., Inga Zhunio, J., & Maldonado Arteaga, A. (2024). Análisis del proceso de elaboración de platos biodegradables mediante la utilización de hojas de plantas ecuatorianas. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

moldeado, para este punto las hojas no presentaban cambios físicos como resequeidad o fragilidad, al colocar las hojas en el molde este volvió dentro del horno a una temperatura de 160°C por un tiempo de 7 minutos, pasado el tiempo se obtuvo el plato el cual perdió su humedad e incluso se desprendía una capa de otra, se utilizó el aglutinante de la prueba 2 por lo cual se descartaron las temperaturas y los tiempos dentro del horno.

#### **PRUEBA 4**

Para la cuarta prueba se utilizó la termofomadora, en este caso se cambió la metodología y se optó por separar los procesos y cambiarlos, se desinfectaron las hojas y se dejó secar al aire libre por un periodo de 1 hora, posterior a esto se realizó la unión de un total de 3 capas que consistieron en 4 hojas y 2 de cartón biodegradable con ayuda del aglutinante, después se calentaron los moldes a una temperatura de 60°C por un tiempo de 5 minutos para proceder a colocar las hojas pegadas y aplicar presión hasta obtener el plato completamente moldeado. Una vez terminado el plato se le colocó laca china biodegradable y se dejó secar 1 día por cada capa para obtener un buen resultado. Lo adecuado dentro de este proceso es dejarlo secar un total de 3 días antes de manipularlo.

### **4. DISCUSIONES**

#### **4.1 PRUEBA 1:**

El proceso de elaboración de platos con este método fue fallido debido a que al ser la primera prueba no se controló de manera correcta el factor de la temperatura en la máquina, se utilizó una temperatura de 170° C por un tiempo excesivo de 7 minutos, además la cantidad de hojas utilizadas formó un grosor que no permitió que la máquina calentara a todas por igual haciendo así que las primeras hojas se quemaran y se observó que las hojas no se encontraban bien adheridas por lo que uno de los problemas fue también el aglutinante, al ser la primera prueba este era acuoso a pesar que al tocar el líquido tenía cierta viscosidad no era lo suficiente para pegar las hojas por lo cual se consideró que sería factible disminuir la cantidad de hojas, bajar el grado de temperatura de la máquina y reemplazar el aglutinante añadiendo más almidón para volverlo más espeso.

#### **4.2 PRUEBA 2:**

Tras realizar todos los cambios que afectaban el resultado de la prueba 1, el proceso se facilitó en un gran porcentaje, se disminuyó la temperatura y el tiempo a 110° C por 3 minutos, esto fue adecuado porque se disminuyó de igual manera la cantidad de hojas, dejando solamente 3 capas la termofomadora las calentó uniformemente y se observó que se encontraban más compactas debido al cambio del aglutinante sin embargo se observaron ciertos grumos por lo cual se consideró realizar cambios disolviendo de mejor manera la mezcla, tras calentar las hojas y pasar al proceso de moldeado y secado surgió un fallo con la bomba devacío la cual no absorbía por completo a las hojas y se utilizaron las hojas calientes las cuales contaban con maleabilidad para moldearlas a mano para no

Chillagana Ramírez, B., Inga Zhunio, J., & Maldonado Arteaga, A. (2024). Análisis del proceso de elaboración de platos biodegradables mediante la utilización de hojas de plantas ecuatorianas. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

perder la temperatura de las hojas por lo cual se considera que se debe cambiar la bomba de vacío por una de mayor potencia de absorción la cual debería constar de al menos 3 HP, al tomar este factor en cuenta se decidió optar por un cambio en el proceso reemplazando la termoformadora por un horno.

#### 4.3 PRUEBA 3

Se adaptaron los cambios teniendo en cuenta las 2 primeras pruebas, se aplicó otro aglutinante el cual quedó con una consistencia lo suficientemente viscosa y con la capacidad de adherir las hojas correctamente. Dentro de esta prueba para el proceso de secado se utilizó un método diferente el cual fue el horno, se realizaron pruebas con una temperatura inicial de 65° por un tiempo de 3 minutos en el cual se observó que las hojas no se volvieron frágiles por el contrario todavía conservaban su color y se volvieron más maleables, característica que era necesaria para colocarlas en el molde, el problema dentro de este proceso fue el control de temperatura y tiempo en el proceso de secado, se lo configuró por 7 minutos a 160° C al sacarlos se pudo visualizar que las hojas perdieron humedad y empezaron a contraerse motivo por el cual para la prueba 4 se cambió el proceso de secado.

#### 4.4 PRUEBA 4:

Dentro de esta prueba al recopilar los errores de las 3 primeras, se tomó la decisión de separar los procesos. La temperatura que se utilizó en la máquina fue de 60° C por 5 minutos para calentar en esta ocasión los moldes mas no las hojas, para los platos se utilizó un total de 5 capas divididas entre: 3 hojas y 2 de cartón biodegradable, el aglutinante utilizado las adhirió lo suficiente para una consistencia firme. El proceso de secado fue dentro de los moldes por un tiempo de 3 días, tiempo en el cual el plato tomó por completo la forma y para culminar se aplicó 2 capas de laca china biodegradable en intervalos de 12 horas. Este es el proceso más acertado para la fabricación de los platos, toma por completo la forma y tiene una mayor dureza por el uso de cartón

#### 4.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

Tras realizar el proyecto se realizó un análisis en cuanto a la fabricación de platos biodegradables a partir de hojas como una oportunidad de negocio, a continuación, se especificará a mayor detalle el proceso y el costo de cada material además del valor unitario para cada plato.

##### ***Costos para la elaboración de platos desechables biodegradables***

En la siguiente tabla se detallan los costos directos e indirectos de los materiales para la fabricación.

Chillagana Ramírez, B., Inga Zhunio, J., & Maldonado Arteaga, A. (2024). Análisis del proceso de elaboración de platos biodegradables mediante la utilización de hojas de plantas ecuatorianas. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

**Tabla 1**

*Costo de materia prima*

Coste	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Hoja de plátano	500 paquetes	\$0,80	\$400
Hoja de achira	500 paquetes	\$0,57	\$270
Almidón de yuca	1800 g	\$0,4	\$720
Citrosan	10	\$2,90	\$29
Moldes	4000	\$0,35	\$1400
<b>Total</b>			<b>\$2819</b>

Fuente: *Propia*

### **Costo directo**

**Tabla 2**

*Costo directo de inversión*

Coste	Valor
Horno	\$780
<b>Total</b>	<b>\$780</b>

Fuente: *Propia*

### **Costos indirectos**

**Tabla 3 Costos indirectos**

Coste	Valor industrial	Consumo	Total
Agua	0,70 m <sup>3</sup>	40 m <sup>3</sup>	\$28
Luz	0,91 kW/H	1,4 KW/h	\$285
<b>Total</b>			<b>\$313</b>

Fuente: *Propia*

### **Costos del primer mes**

$$\text{Costo Directo} + \text{Costo Indirecto} = 2819 + 780 + 313 = 3912$$

Al realizar la suma nos da un total de \$3912

Chillagana Ramírez, B., Inga Zhunio, J., & Maldonado Arteaga, A. (2024). Análisis del proceso de elaboración de platos biodegradables mediante la utilización de hojas de plantas ecuatorianas. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

### **Ingresos**

Para obtener el valor de cada plato se toma como referencia el valor de platos biodegradables insertados en el mercado el cual es de aproximadamente \$5,75, en cada paquete se encuentran 4 platos el valor unitario sería de \$1,45 por plato, si la idea de circulación del producto se basa en la venta en línea el costo promedio de los platos en línea es de 0,65 ctvs. En la siguiente tablase detalla el total de ingresos.

**Tabla 4.**

*Ingresos del primer mes*

Producción	Valor del plato	Total
2000	\$1,45	\$2900

Fuente: Propia

### **Flujo de efectivo**

Ingresos – costos

(Para este cálculo se tendrá en cuenta el valor de 1,45 por plato)

$$2900 - 2819 = 81$$

Este cálculo fue realizado para un total de 2000 platos dentro del cual se debe tener en cuenta que en el primer gasto se realiza la compra de moldes y del horno el cual no entra dentro de los gastos a partir de la segunda producción de platos.

Se debe tener en cuenta que el margen de pérdida dentro de un negocio es de los primeros 6 meses e incluso 1 año antes de tener estabilidad.

## **5. CONCLUSIONES**

- La producción de estos platos representa una alternativa más sostenible a los productos plásticos convencionales, reduciendo la generación de residuos y disminuyendo así también la dependencia de recursos no renovables como es en este caso el petróleo.
- El aglutinante mejoró tras integrar la glicerina vegetal a la composición, al ser solamente agua y almidón no se contaba con un componente que espesara la mezcla, la misma le dio propiedades de viscosidad permitiendo una mayor adherencia y rigidez a los platos, otro factor importante para lograr la forma fue el utilizar cartón, se requería acelerar el proceso de secado y el cartón ayuda a absorber la humedad que generan las hojas obteniendo como resultado un secado total y más rápido, este es colocado en medio de las hojas y adherido con ayuda del aglutinante.
- Al realizar el análisis económico del proceso de producción en el cual se detallan los costos de inversión y ganancia se puede concluir que el proceso si es viable en cuanto a la fabricación de manera artesanal.

Chillagana Ramírez, B., Inga Zhunio, J., & Maldonado Arteaga, A. (2024). Análisis del proceso de elaboración de platos biodegradables mediante la utilización de hojas de plantas ecuatorianas. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

- El proceso de degradación de los platos biodegradables elaborados de manera artesanal a una temperatura ambiente empieza a partir del quinto día en el cual se notan cambios en cuanto al color tornándose café y en el olor emitiendo uno parecido a la humedad.
- Al someter a las hojas una temperatura de 36°C o menos las propiedades de las mismas se mantienen y no presentan cambios como decoloración de la hoja o demasiada sequedad y fragilidad como al utilizar temperaturas que superan los 100°C.

## 6. RECOMENDACIONES

- Es recomendable realizar un estudio de mercado que identifique las oportunidades y desafíos del mismo además de un estudio técnico que defina los procesos de producción óptimos y un estudio económico que evalúe la viabilidad financiera del proyecto.
- Es recomendable realizar pruebas de platos no solamente con hojas sino también con otros materiales como fibras o materiales compuestos los cuales de cierta manera también podrían representar algo bastante positivo e innovador.
- El proceso de manera artesanal tiene un tiempo de producción largo sin embargo al querer adaptarlo de manera industrial es recomendable utilizar maquinaria más adecuada como prensas para moldear y así lograr que el tiempo de producción sea menor y la producción de platos mayor.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Villarroel, P., Gómez, C., Vera, C., & García, J. T. (2018). Almidón resistente: Características tecnológicas e intereses fisiológicos. *Revista Chilena De Nutrición*, 45(3), 271–278. <https://doi.org/10.4067/s0717751820180004001>.
- Aragón, J. D. (2018, November 21). Tendencias en biodegradabilidad: el almidón de maíz y la caña de azúcar. *Comercial Jimara*. <https://comercialjimara.es/tendencias-en-biodegradabilidad-el-almidon-de-maiz-y-la-cana-de-azucar/>
- Salvador, D. G. C. E. N. F. R. R. G. J. C. R. (n.d.). Una vida de plástico. *Ciencia UNAM*. <https://ciencia.unam.mx/leer/766/una-vida-de-plastico>.
- Melo, M. F. (2023, May 24). El mundo está inundado de residuos plásticos. *Statista Daily Data*. <https://es.statista.com/grafico/30051/produccion-mundial-de-residuos-plasticos-por-tipo/>
- Roa, M. M. (2023, June 14). Colillas y envases, los residuos predominantes en las costas. *Statista Daily Data*. <https://es.statista.com/grafico/30193/objetos-de-basura-recogidos-con-mayor-frecuencia-en-las-costas-a-nivel-global/>
- Prime. (2022, August 31). Materiales biodegradables: qué son, para qué sirven y ejemplos. *Primebiopolymers*. <https://primebiopol.com/materiales-biodegradables/>
- Chillagana Ramírez, B., Inga Zhunio, J., & Maldonado Arteaga, A. (2024). Análisis del proceso de elaboración de platos biodegradables mediante la utilización de hojas de plantas ecuatorianas. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

Guía de termoformado. (n.d.). Formlabs.

<https://formlabs.com/latam/blog/termoformado/>

Gioffre, P., & Gioffre, P. (2023, November 5). Producción de envases biodegradables con Hojas de plantas Packaging Latam. <https://packaginglatam.com/produccion-de-envases-biodegradables/>

Ferreira, A. (2024, January 19). Calathea lutea o Bijao: Cuidados, propagación y plagas. Bio Space. <https://www.biospace.es/calathea-lutea-bijao/>

Chillagana Ramírez, B., Inga Zhunio, J., & Maldonado Arteaga, A. (2024). Análisis del proceso de elaboración de platos biodegradables mediante la utilización de hojas de plantas ecuatorianas. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)