

**OBJETOS DE TÍTULO: DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES A  
PARTIR DEL TÍTULO Y SU APLICACIÓN EN EL DISEÑO DE  
OBJETOS.**

**CAROLINA CORREA MARTÍNEZ  
MARÍA CAMILA MUÑOZ SANTA**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
FACULTAD DE DISEÑO INDUSTRIAL  
PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
MEDELLÍN  
2021**

**OBJETOS DE TÍTULO: DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES A  
PARTIR DEL TÍTULO Y SU APLICACIÓN EN EL DISEÑO DE  
OBJETOS.**

**CAROLINA CORREA MARTÍNEZ  
MARÍA CAMILA MUÑOZ SANTA**

Trabajo de grado para optar al título de Diseñador Industrial

Asesor

**DIANA ALEJANDRA URDINOLA SERNA**

Diseñadora Industrial

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
FACULTAD DE DISEÑO INDUSTRIAL  
PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
MEDELLÍN  
2021**

# OBJETOS DE ÑAME: DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES A PARTIR DEL ÑAME Y SU APLICACIÓN EN EL DISEÑO DE OBJETOS.

Carolina Correa Martínez, María Camila Muñoz Santa

Facultad de Diseño Industrial, Universidad Pontificia Bolivariana, Sede Medellín, Circular 1 N° 70-01, Medellín, Colombia

## Resumen

Entendiendo la gravedad de la situación climática a la que se enfrenta el planeta tierra en la actualidad, donde la contaminación de los plásticos ha alcanzado el 80% de la basura que hay en los océanos. Se hace necesario entender otras formas de actuar desde el Diseño Industrial y sus vertientes; es así como el Food Design propone una vía desde los alimentos para el desarrollo de nuevos materiales comestibles y biodegradables. La investigación se centra en el ñame como alimento base, que tiene como objetivo determinar ¿de qué manera se puede transformar el ñame en un nuevo material comestible y biodegradable, que logre emplearse para el desarrollo de objetos de diseño? De este modo, la investigación también intenta democratizar la realización de dicho material, desde su producción artesanal en la cocina doméstica con elementos comunes usados en este espacio y la adaptación de los mismos a los recursos que estén disponibles según diferentes contextos.

Para esto, la investigación es abordada desde la experimentación de mezclas con el alimento base y aditivos, experimentación de formas para la búsqueda de una función, el control y receta de la mezcla para obtener un material homogéneo, flexible y resistente, además de la caracterización de este por medio de pruebas no controladas sobre la humedad, la abrasión y la biodegradación de probetas fabricadas en el material para comprobar contextos de uso y otorgar su función (desde la forma) final. Las respuestas obtenidas de cada momento prueban la posibilidad de transformar el ñame en un material si bien no comestible, si de rápida degradación sobre suelo orgánico (es decir en tierra negra con alta humedad); proponiendo que puede ser empleado en el desarrollo de objetos para contextos de uso domésticos donde el material no esté en contacto directo con líquidos u otros alimentos húmedos, que puedan afectar la estructura de la forma realizada.

Palabras clave: Food Design; Materiales comestibles y biodegradables; Ñame; Nuevos materiales; Diseño Industrial.

## 1. Introducción

Desde un interés por comprender otras materialidades, la presente investigación describe formas de producir materiales que respondan a las necesidades del contexto, esto hace referencia a pensar en materiales que no generen altos niveles de contaminación y no atenten contra la vida de otros seres vivos directa e indirectamente como lo hace la contaminación de plástico en los océanos<sup>1</sup>. El acercamiento desde el diseño (Food design), que plantea el desarrollo de materiales comestibles y a su vez “nos invita a poner en perspectiva al alimento y a empoderarnos para conectarnos, ver y

entender qué es lo que pasa a nuestro alrededor, comenzando por nosotros mismos con los cambios deseados, extensibles a lo comunitario, social, político y otros ámbitos donde la comida esté presente.” (Reissing, P, 2019).

A partir de esto se sugirió, la cocina doméstica como laboratorio artesanal donde la transformación del alimento se lleva a cabo empleando métodos convencionales (como pelar, trocear, cocinar en fuego y olla, licuar) que pudieran ser asequibles para un gran grupo de personas (esto puede variar según la capacidad adquisitiva promedio de los países). Pues al no necesitar un laboratorio especializado, se tiene más libertad y facilidad para experimentar con la mezcla (ajustar los métodos y los elementos según lo que ya se tiene en casa); y así elaborar diferentes formas para la construcción de objetos a partir del material comestible y biodegradable desarrollado.

Se determinó el alimento base para el desarrollo del material, a partir de características que permitieran elegirlo, como: ser un producto de cultivo local, tener una alta producción en Colombia y Latinoamérica; un alto porcentaje de almidón en su composición química, y que en su cosecha se generara desperdicio por diferentes motivos. Estas características se definen debido a la capacidad de adquisición de la materia prima sobre el territorio, determinada por su costo en el mercado, por su producción local y el aprovechamiento de la cosecha que no cumple los requerimientos necesarios para ser exportado.

De esta manera, se seleccionó el ñame (*Dioscorea spp. D. rotundata* Poir.) como base para el desarrollo del material puesto que, es un tubérculo con un alto contenido de almidón (entre el 51 y 59%) en su composición química, permitiendo aglutinar la mezcla con facilidad; además de ser un alimento de la producción agrícola colombiana, donde “es cultivado por pequeños y medianos agricultores de pueblos indígenas desde la época precolombina.” (González Vega, M. 2012). El cultivo de ñame genera una gran producción anual de la cual el 15% de la cosecha se pierde al no cumplir los estándares de comercialización provocando la descomposición del alimento imposibilitando el consumo humano (Flórez, L. & Torres, L. 2018).

A partir de esto, surge la pregunta que detona el carácter principal de la investigación ¿de qué manera se puede transformar el ñame en un nuevo material comestible y biodegradable, que logre emplearse para el desarrollo de objetos de diseño? Enfatizando así en la responsabilidad que tienen los diseñadores con la conservación y preservación del medioambiente directa e indirectamente a partir de los materiales y las tecnologías con los cuales se conforman los objetos diseñados.

Ya que “El bienestar o malestar que la industria pueda dispensar a la sociedad depende directamente del criterio con que se originen sus productos. Todo depende de la intención que estos escondan y de la finalidad que persiguen. Todo se reduce en saber si el producto industrial ha sido concebido para servir al usuario, por el contrario, para servirse del usuario.” (Ricard, A. 1998) Esto es, un motivo para que el material a desarrollar, tuviera como epicentro la cocina, los alimentos y un proceso de desarrollo que pudiese ejecutarse con objetos domésticos (ollas, horno, licuadora, platos y cucharas) que se tienen disponibles de acuerdo al contexto.

A partir de esto, la investigación se enfoca únicamente en transformar el ñame como base principal para el desarrollo de un material biodegradable y comestible, en la cual se incluyen como aditivos para la exploración semillas de chíca, fécula de maíz, CMC (CarboxiMetilCelulosa) y Goma Xantana

por sus propiedades emulsificadoras, de gelificación y gelatinización; con el fin de controlar la mezcla del material y obtener un resultado homogéneo, maleable y resistente.

Para obtener estos resultados, fue necesario pasar por diferentes procesos y etapas; en la primera etapa se realizó una caracterización del ñame para definir sus características (tamaño, peso, tiempo de sembrado y cultivo, composición química, entre otras) así como la búsqueda de posibles aditivos para lograr la consistencia en la mezcla. Posterior a esto se llevó a cabo un registro riguroso de los métodos de transformación y mezclas realizadas con el ñame y aditivos en la fase experimental, esto con el fin de poder desarrollar una matriz para definir cuál mezcla se ajustaba mejor a las características deseadas (maleable, homogéneo y resistente). En la etapa final, se expusieron las características y propiedades del material desarrollado, esto se logró a través de la realización de tres diferentes pruebas: resistencia a la humedad, resistencia a la abrasión y degradación.

Inicialmente se plantearon una serie de pruebas físicas y mecánicas controladas rigurosamente en un laboratorio, con el fin de obtener resultados fieles a las características y propiedades del material desarrollado, sin embargo, la declaración de la OMS de estado de pandemia por el virus del COVID-19 a principios del 2020 (Profundamente preocupada por los alarmantes niveles de propagación de la enfermedad y por su gravedad, y por los niveles también alarmantes de inacción, la OMS determina en su evaluación que la COVID-19 puede caracterizarse como una pandemia) (Who.int, 2021) no permitió su desarrollo; por tal motivo se realizaron las tres pruebas mencionadas anteriormente que fueron ejecutadas en la cocina.

A través del diseño, se propone la aplicación objetual del material a partir de formas autoportantes que no requieran complementarse (en el armado) con otros elementos (posiblemente fabricados por la industria en otros materiales, como plásticos, metales u otros) para su desarrollo y conformación.

Es así como, esta investigación resulta en el desarrollo de un material a base de un alimento, que propone un ciclo de vida amigable desde la disposición final consiente y efímera, al ser biodegradable y comestible, con un método de producción artesanal donde el intercambio de saberes se da en la cocina doméstica como alternativa a los métodos tradicionales de producción. Además, la investigación deja sus puertas abiertas a continuar explorando, replicando, buscando nuevas formas que permitan el desarrollo de objetos y comprender cada vez más la estrecha relación que tenemos con el alimento, el medio que habitamos y aquello con lo cual lo habitamos (los objetos).

1. “En la actualidad el plástico ha jugado un papel importante en nuestras vidas debido a su fácil manipulación y maleabilidad a múltiples escalas con un coste de producción muy bajo. Sin embargo, a pesar de ser un derivado de materias orgánicas naturales como el agua, el petróleo o el carbón, también reciben su forma a través de complejos procesos químicos. Esto implica que su reciclaje y degradación sea un gran inconveniente y una fuente de conflicto. Si bien son muchos los cambios acontecidos en las últimas décadas, el plástico y sus residuos implican unos de los incidentes más destacados y desafortunados a nivel mundial. La contaminación por plástico ha generado un serio problema en el medio marino puesto que se acumula y produce daños en los ecosistemas y en los seres vivos que lo habitan. Se estima que anualmente unos 8 millones de toneladas de plástico acaban en los mares y océanos formándose alrededor de un 80% de los residuos marinos. Estos son arrastrados por los agentes meteorológicos y las corrientes formándose, en consecuencia,

enormes “islas” de plástico localizadas en los vórtices de los grandes giros oceánicos; llegando a alcanzar dimensiones de hasta 1.4 millones de km<sup>2</sup> que cada año aumenta considerablemente.” (Socas Gonzáles, M. A, 2018)

## 2. Metodología

### 2.1. Caracterización del alimento base

Se realizó una investigación en la literatura mediante la cual se definieron las características físicas (color, tamaño, forma, texturas) y químicas (composición: cantidad de proteína, almidón, carbohidratos, azúcares entre otras) del ñame. Con el fin de conocer el alimento y tener un panorama económico y productivo (cultivo y cosecha).

### 2.2. Exploración aditivos

Como aditivos se seleccionaron: fécula de maíz, semillas de chía, CMC (CarboxiMetilCelulosa) y Goma Xantana; teniendo en cuenta su función esperada sobre las mezclas, como se evidencia en la Tabla 1.

**Tabla 1:** Aditivos y función dentro de la mezcla. Autoría propia.

Aditivo	Función	¿Por qué?
<b>Fécula de maíz</b>	Espesante	Es un almidón puro (capacidad de transformar la textura y consistencia)
<b>Semillas de chía</b>	Aglutinante	Después de ser hidratadas en agua obtienen características espesantes, aglutinantes y coagulantes.
<b>CMC</b>	Espesante	Capacidad de formar geles y funcionar como adhesivo.
<b>Goma Xantana</b>	Emulsionante	Capacidad de estabilizar mezclas, dar cuerpo y espesar.

Para realizar la exploración con estos aditivos, se dividieron en fases según cada aditivo y momento evolutivo de las mezclas con el fin de experimentar cantidades, fuentes de calor y cocción, así como tiempo y proceso de transformación del alimento base.

#### 2.2.1 Fase A

En esta primera fase, el ñame como alimento base se empleó de dos maneras: en harina (previamente comprada en esta presentación) y con ayuda de la licuadora, se licuó sin previa cocción (para esto se peló y se troceó). Respecto a los aditivos, se usaron la fécula de maíz, las semillas de chía y el CMC; las mezclas obtenidas en esta fase se dejaron secar a temperatura ambiente en un lugar fresco sin sol directo y en el horno.



**Figura 1:** Ñame en sus dos estados (troceado y en harina) usados para las mezclas, y aditivos seleccionados en la fase A. Recursos visuales tomados de Google.com, diagramación propia.

### 2.2.2 Fase B

En la fase B, el ñame fue licuado sin previa cocción, para esto se peló y se troceó con el fin de facilitar el licuado; como aditivos se agregaron fécula de maíz y semillas de chía, además en esta fase se experimentó con la coloración de las mezclas usando para esto anilinas vegetales de color, morado, azul y verde. Donde todas las mezclas fueron secadas en horno, teniendo en cuenta el resultado de la fase anterior.



**Figura 2:** Ñame troceado y aditivos seleccionados en la fase B. Recursos visuales tomados de Google.com, diagramación propia.

### 2.2.3 Fase C

Para la fase C, se empleó el ñame de la misma manera que en la fase anterior – licuado sin previa cocción – y como aditivos se usaron la Goma Xantana y la fécula de maíz. Se incluyó un paso adicional en esta fase para activar la goma a partir del precalentamiento de la mezcla, que fue realizado con ayuda de un horno microondas; y después de esto el secado final en horno.



**Figura 3:** Ñame troceado y aditivos seleccionados en la fase C. Recursos visuales tomados de Google.com, diagramación propia.

#### 2.2.4 Fase D

Con el resultado de las fases anteriores (sobre todo en la fase B) se buscó en esta, experimentar con diferentes colores y sabores que respondieran a: salado, ácido, amargo, picante, dulce; y pudieran agregarse a la mezcla con el fin de mejorar su interacción con el usuario; para esto se empleó el ñame de la misma forma en la que ya se venía usando, como aditivos se usaron la Goma Xantana y la fécula de maíz, y para dar sabor se empleó: limón, café, vainilla, sal y salsa de sriracha. Mientras que para dar color se usaron pigmentos naturales (cúrcuma, remolacha, y la misma salsa de sriracha) como anilinas vegetales (de color verde y azul). Estas mezclas se sometieron al precalentamiento en horno microondas y se secaron con ayuda del horno.



**Figura 4:** Ñame troceado y aditivos seleccionados en la fase D. Recursos visuales tomados de Google.com, diagramación propia.



**Figura 5:** Aditivos de sabor y color. A) Cúrcuma y sal, sabor salado. B) Anilina vegetal verde y Café instantáneo, sabor amargo. C) Remolacha y extracto de vainilla, sabor dulce. D) Anilina vegetal verde agua y limón, sabor ácido. E) Sriracha, sabor picante. Recursos visuales tomados de Google.com, diagramación propia.

### 2.2.5 Fase E

Debido a que las fases funcionan en forma de embudo, que ayuda al perfeccionamiento de la mezcla, en esta fase se tuvo en cuenta el resultado de la anterior para realizar la última experimentación con aditivos. En esta se usó el ñame pelado, troceado y licuado sin previa cocción, con aditivos de Goma Xantana, fécula de maíz, cúrcuma y sal; con el precalentamiento de la mezcla en horno microondas para activar la goma, con un secado final en horno.



**Figura 6:** Ñame troceado y aditivos seleccionados en la fase E. Recursos visuales tomados de Google.com, diagramación propia.

### 2.2.6 Valoración de las mezclas según características deseadas

Para medir el comportamiento de los aditivos en las mezclas se determinaron características deseadas sobre el resultado final (en un inicio estas características correspondían a: opaco, duro, liso, liviano, sin olor, sin sabor; que a medida que avanzó la experimentación se transformaron en: flexible, opaco, liso, liviano, sin olor, sin sabor) que fueron evaluadas en un rango de 1 a 5 según cada característica, siendo 1 que no la posee y 5 que cumple con ella. Esto con el fin de obtener

una ponderación que determinara cuantitativamente cuál de todas las mezclas realizadas era la más óptima para desarrollar un material biodegradable y comestible, con el que se pudieran construir objetos de diseño.

**Tabla 2:** Ponderación de mezclas según sus características, primer acercamiento. Autoría propia.

Característica	Valor	Muestra
Flexible	0.25	
Opaco	0.17	
Liso	0.14	
Liviano	0.11	Acá se ubica la calificación de cada característica según la muestra que se esté calificando de 1 a 5.
Sin olor	0.18	
Sin sabor	0.15	
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	

**Tabla 3:** Ponderación de mezclas según sus características, segundo acercamiento. Autoría propia.

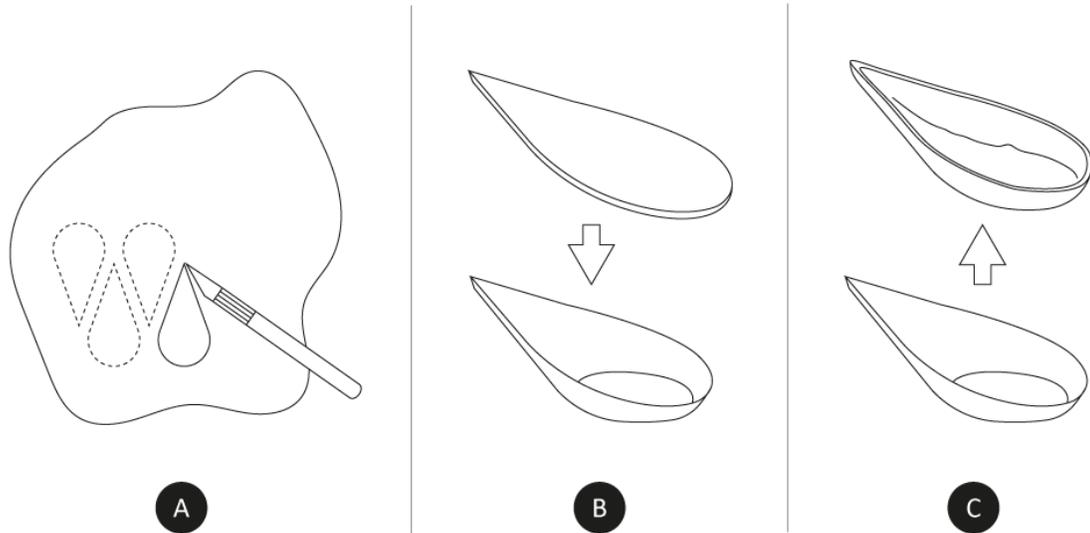
Característica	Valor	Muestra
Duro	0.25	
Opaco	0.17	
Liso	0.14	
Liviano	0.11	Acá se ubica la calificación de cada característica según la muestra que se esté calificando de 1 a 5.
Sin olor	0.18	
Sin sabor	0.15	
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	

### 2.3. Exploración de la forma

La exploración formal que se realizó con las mezclas experimentales con aditivos, se dividió por función (entendida como el uso que puede tener sobre el material) , tecnología (método de producción de la forma) y geometría (configuración geométrica para cumplir un uso determinado) con el fin de identificar posibles usos de las mezclas en la producción de objetos. Esta división corresponde a: formas comestibles, formas extruidas, formas de encaje, formas en redes y formas para contener.

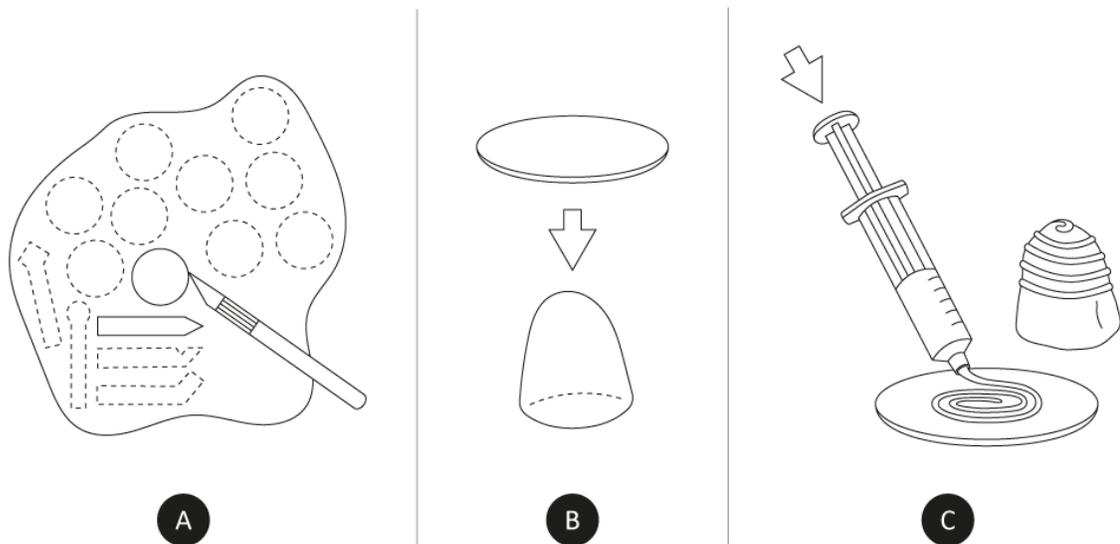
#### 2.3.1 Formas comestibles

Se exploraron formas de comer el material, fuera acompañado de algún alimento preparado o solo. Para este desarrollo, se tuvieron en cuenta tres características principales que debían cumplir las formas: Un tamaño adecuado para comer de un solo bocado, un olor y sabor probocativo; la primera forma fue pensada para servir y comer un canapé en ella, de tal manera que funcionara como cuchara y se pudiera comer de un bocado (incluyendo el canapé y el material).



**Figura 7:** Desarrollo de la forma de cuchara para canapé. A) Cortar la forma base (en este caso una gota) en la lámina del material. B) ayudarse de una preforma o molde para llevar la forma desde lo bidimensional a lo tridimensional. C) Forma lista, sin molde para llevar al horno. Autoría propia.

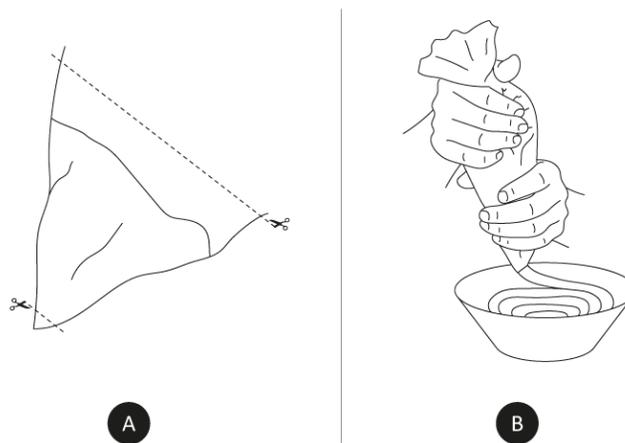
Las siguientes formas, resultaron de la experimentación con aditivos de la fase D, con atributos como el sabor, el olor y el color, se desarrolló una familia de formas que permitiera mediar el aprendizaje de los niños en cuanto a la relación sabor-olor-color-textura, de este modo cada forma respondía a un tamaño adecuado para la ingesta y una propuesta formal divertida y que pretendiera una manera diferente de comer; a partir de esto se realizaron: círculos con texturas, palitos de paleta y dedos comestibles. Ambos momentos formales fueron horneados durante 60 minutos a 150°C en un horno convencional.



**Figura 8:** Desarrollo de las formas lúdicas comestibles para niños. A) Cortar las formas bases para conformar la familia (palitos de paleta, moneditas y dedales). B) Para el dedal es importante tener un molde (se puede fabricar en aluminio o usar su propio dedo) de esta manera se recubre con el círculo cortado para dar tridimensionalidad. C) con ayuda de una jeringa se pueden crear las texturas, añadiendo un poco de agua a la mezcla restante. Autoría propia.

### 2.3.2 Formas extruidas

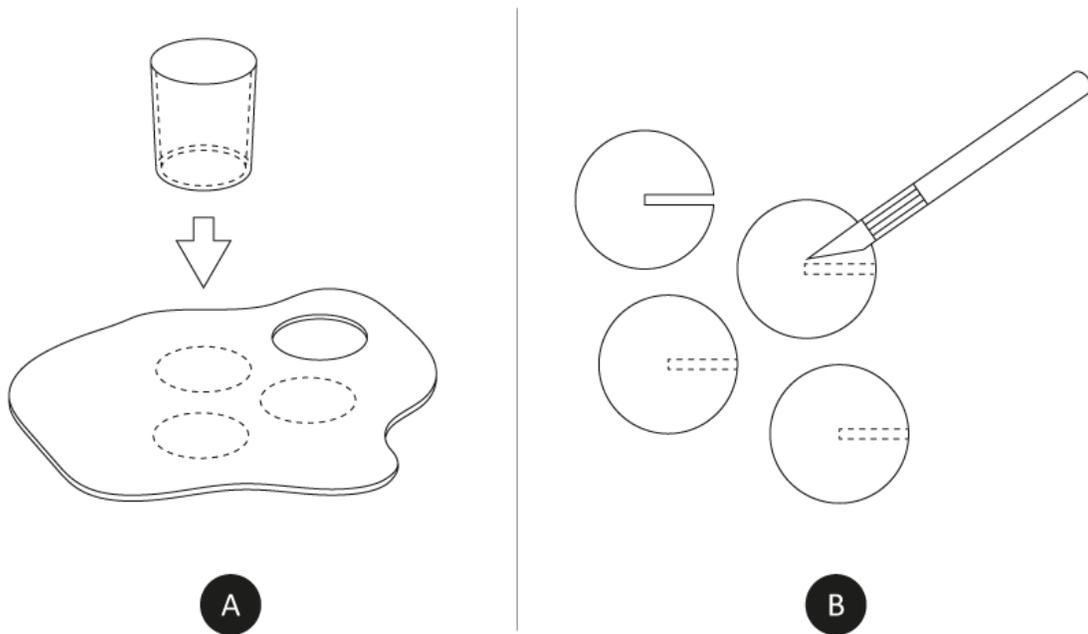
Para realizar las formas extruidas, se recurrió a la tecnología y el método de transformación de la impresión 3D analógica, que es un proceso mecánico y manual donde no se requieren procesos electrónicos o automatizados. Las formas fueron desarrolladas en la cocina doméstica a partir de bolsas plásticas como remplazo de la manga pastelera profesional, papel parafinado (como barrera para evitar que la mezcla se pegara del molde) y moldes de aluminio.



**Figura 9:** Desarrollo de la extrusión. A) Se usa una bolsa plástica común como remplazo de la manga pastelera, de ella se recorta un triángulo y se rellena con la mezcla, para luego cortar la punta. B) Sobre un molde de aluminio se empieza a dar forma presionando empujando hacia abajo la mezcla (con ambas manos para mayor presión). Autoría propia.

### 2.3.3 Formas de encaje

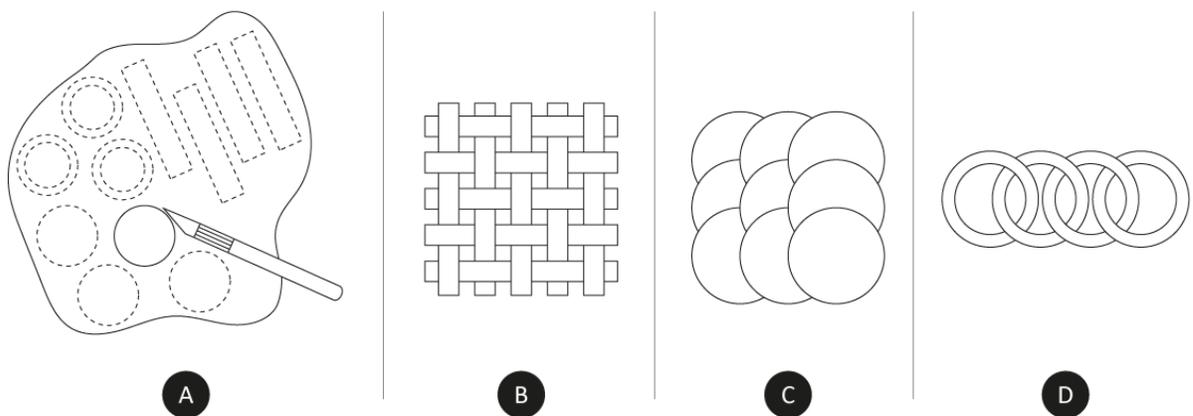
Se desarrolló un ensamble simple de tijera para observar y comprobar su funcionalidad con el material desarrollado en la Fase B; para esto se cortaron círculos con ayuda de envases de vidrio como molde de corte y se realizó la insición con ayuda de un bisturí (paso que también se puede realizar con un cuchillo pequeño u otro objeto cortopunzante). Luego se horneó (en un horno convencional) sobre una bandeja metálica a 150°C por 40 minutos.



**Figura 10:** Desarrollo de las formas con encaje de tijera. A) Con el material en lámina, se cortan círculos con ayuda de un vaso. B) Con la ayuda de un bisturí o un cuchillo se hace un corte recto teniendo en cuenta el espesor de la lámina, para que se de el encaje y se llevan al horno. Autoría propia.

### 2.3.4 Forma en redes

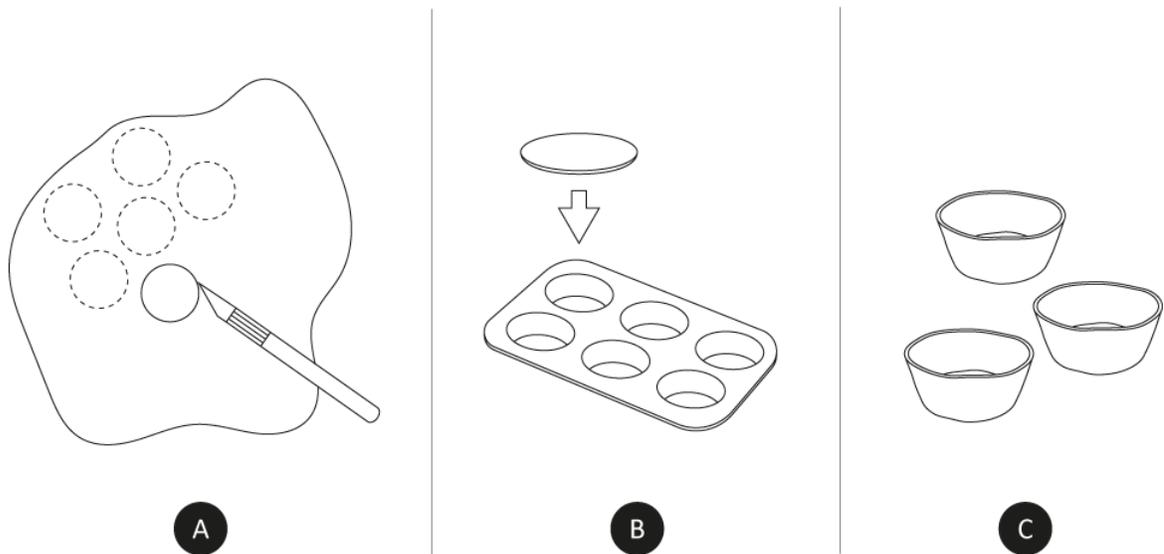
Con la mezcla resultante de la fase B y C, se desarrollaron redes que fueron construidas a partir de tejidos, para esto se cortaron tiras de 1 a 2 cm de ancho que permitieran tejer una superficie traslapando las tiras en ambos sentidos (horizontal-vertical y vertical-horizontal), también se cortaron círculos con sustracciones de material al interior y sin estas para observar traslapes y redes eslabonadas. Todas las formas fueron llevadas al horno convencional durante 40 minutos a 150°C.



**Figura 11:** Desarrollo de redes. A) Sobre la lámina del material se cortan las diferentes piezas para la construcción de las redes. B) Tejido con tiras. C) Traslapo de círculos. D) Red tipo eslabón con anillos. Autoría propia.

### 2.3.5 Formas para contener

Con las mezclas de la fase A y B se desarrollaron formas simples (imitando contenedores que podrían encontrarse en la cocina como: platos para sopas, salseros o contenedores para dips y copas tipo shot) para contener alimentos secos o húmedos, con la finalidad de comprobar su comportamiento en esta función y determinar contextos de uso.



**Figura 12:** Desarrollo de contenedores. A) Cortar sobre la lámina del material círculos (de 2 a 3cm más grandes que el molde o la preforma que se vaya a usar). B) Sobre el molde dar forma a cada círculo de modo que pase de la bidimensionalidad a la tridimensionalidad. C) Una vez listos los contenedores retirar del molde (si no es apto para el horno) y llevar a su horneado final. Autoría propia.

### 2.4. Material

Para la preparación del material se empleó ñame (crudo sin cáscara), sal marina, cúrcuma en polvo y goma xantana, en las cantidades que indica la Tabla 4.

**Tabla 4:** Cantidades empleadas para la fabricación del material. Autoría propia.

Componente	Cantidad (expresada en gramos)
Ñame	200g
Cúrcuma en polvo	30g
Sal marina	30g
Goma xantana	0,75g

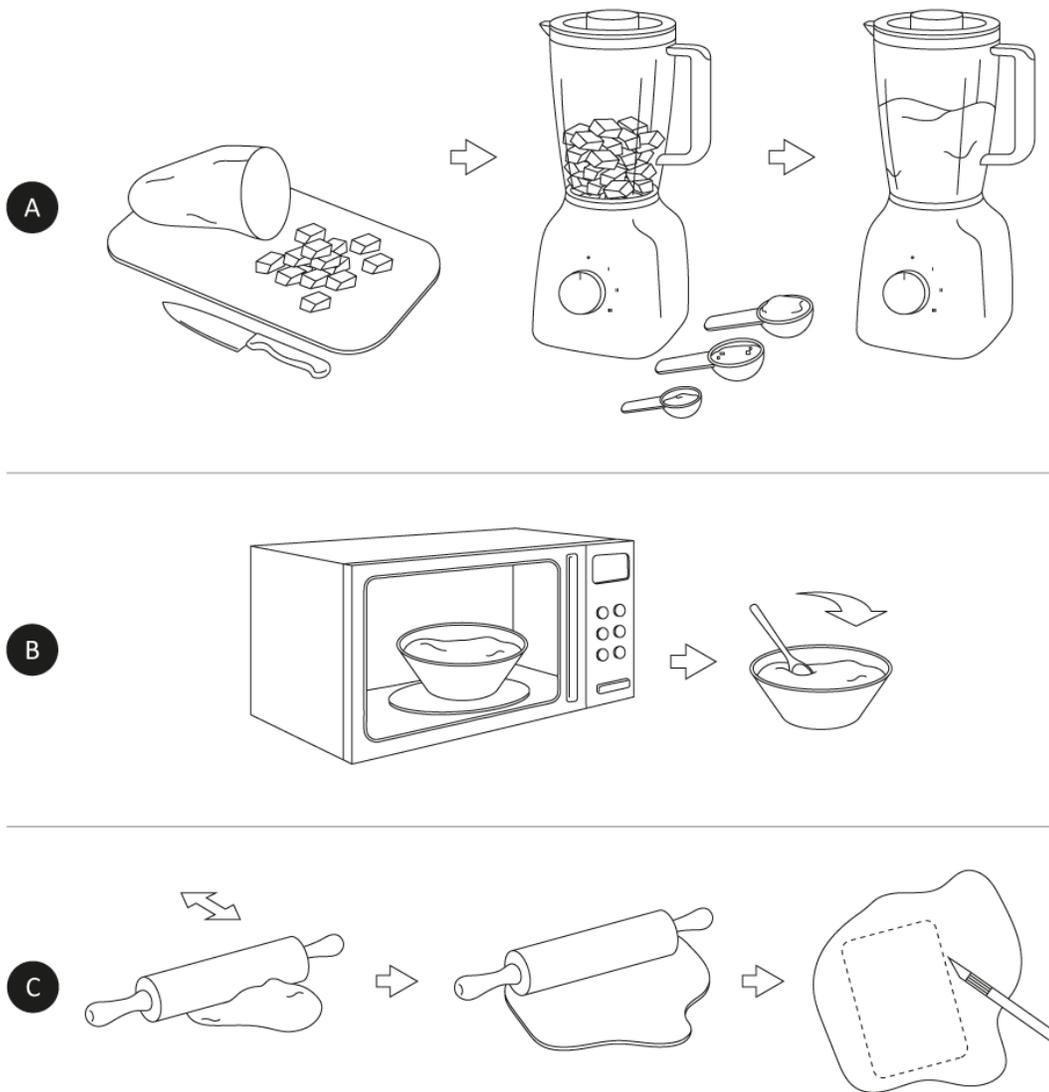
Estas cantidades se definen para obtener una mezcla homogénea, maleable y resistente.

## 2.5. Preparación de la mezcla

La mezcla fue preparada adicionando, 200g de ñame crudo, sin cáscara y cortado en trozos a la licuadora, donde se licuó hasta formar una mezcla homogénea y densa. Seguido de esto se agregaron uno a uno los demás componentes (cúrcuma 30g, sal marina 30g y goma xantana 0,75g) licuando hasta incorporarse con el ñame y obtener una mezcla uniforme.

Se vertió la mezcla en un recipiente cerámico y se llevó al microondas por 90 segundos en intervalos de 45 segundos para revolver la mezcla y procurar su cocción homogénea, de este modo la goma xantana actúa sobre la mezcla como un espesante que le dará viscosidad por la acción del calor. Este proceso también puede ser ejecutado en una olla sobre el fuego, revolviendo constantemente para evitar la formación de grumos y controlar el endurecimiento de la mezcla; una vez terminado este paso, se deja enfriar por unos 5 minutos a temperatura ambiente para proceder al amasado.

Para generar una superficie plana, se debe amasar y estirar la mezcla con un rodillo para pan, con el fin de controlar el espesor de la muestra. En este paso se requiere una superficie plana para amasar y estirar, para evitar que la mezcla se adhiera a la superficie se esparce fécula de maíz sobre ella. Una vez se obtiene una lámina uniforme de aproximados 2mm de espesor, se procede al corte de láminas de 10 cm x 20cm.



**Figura 13:** Paso a paso para realizar la mezcla. A) Se corta el ñame en trocitos sin cáscara, se llevan todos los ingredientes a la licuadora y le licuan hasta formar una mezcla homogénea. B) Se vierte en un recipiente apto para microhonda o en una holla y se precocina la mezcla revolviendo constantemente. C) una vez la mezcla tiene textura de masa, con ayuda del rodillo de aplana hasta formar una lámina de 2mm de espesor y se corta la forma necesaria. Autoría propia.

Las láminas de ñame cortadas se sitúan en una bandeja metálica o refractaria apta para horno, y se hornean durante 60 minutos a 150°C. Una vez horneadas se sacan del horno y se dejan enfriar por 24 horas a temperatura ambiente, esto con el fin que la lámina pierda todo el calor del horno y se vuelva flexible. En este punto es importante que la muestra durante las 24 horas no esté expuesta al sol directo, pues el calor afecta considerablemente la flexibilidad del material final. El espesor de cada lamina es aproximadamente de 2 mm, esto se logra al estirar la masa con la ayuda de un rodillo convencional.

## 2.6. Caracterización del material

### 2.6.1 Pruebas de resistencia a la humedad

Para comprobar la resistencia del material a la humedad, se desarrollaron contenedores (probetas) a partir del material laminar y se sometieron a diferentes ambientes y niveles de humedad. Se midió la resistencia directa al agua a partir del vertimiento de agua fría (0°C), caliente (60°C) y a temperatura ambiente (24°C) para probar la resistencia de contención de líquidos, para el registro de los resultados se utilizó como base los lineamientos presentados en la Tabla 5. Además, se dispuso una probeta en el refrigerador para observar su comportamiento en ambiente húmedo con temperaturas cercanas o bajo los 0°C.

**Tabla 5:** Herramienta de registro de resultados de la resistencia a la humedad. Autoría propia.

Número o código de la muestra	Temperatura	¿A cuánto tiempo empezó a filtrar?	¿A cuánto tiempo se vació?	Absorción de agua	¿Cuánto se afectó la estructura?	Formación de hongos
Muestras que fueron sometidas a la prueba	0°C					
	24°C	Valor expresado en minutos		Bajo, medio o alto	De 1 a 5 siendo 1 muy poco y 5 mucho	Si o no
	60°C					



**Figura 14:** Probetas expuestas al contacto directo con el agua. Probeta 1.A contiene agua caliente (60°C), probeta 1.B agua a temperatura ambiente (24°C) y probeta 1.C agua fría (0°C). Autoría propia.

### 2.6.2 Pruebas de resistencia a la abrasión

Las probetas se sometieron a pruebas de abrasión usando jabón lavavajillas, esponja y agua, para observar su comportamiento al contacto con químicos y materiales sintéticos que pudieran deformar su estructura. Las probetas se sometieron a la mayor cantidad de lavados repartidos en tres lavados diarios, dejando entre estos un espacio de secado a temperatura ambiente sin luz directa de 5 a 7 horas aproximadamente; para el registro se utilizó la herramienta presentada en la Tabla 6.

**Tabla 6:** Herramienta de registro de resultados de la resistencia a la abrasión. Autoría propia.

Número o código de la muestra	Cantidad de lavadas soportadas	Absorción de agua	¿Cuánto se afectó la estructura?	Formación de hongos
Muestras que fueron sometidas a la prueba	Cantidad	Baja, media o alta	De 1 a 5 siendo 1 muy poco y 5 mucho	Si o no



**Figura 15:** Probeta en contacto con agentes abrasivos como la esponja y el jabón de lavar platos. Autoría propia.

### 2.6.3. Pruebas de degradación

Para medir la degradación en ambientes no controlados, se expusieron las probetas a la intemperie sobre una superficie plana horizontal y otras se enterraron en tierra de una materia, se observó diariamente el progreso de las probetas para registrar sus cambios en la herramienta que se presenta en la Tabla 7.

**Tabla 7:** Herramienta de registro de resultados de la prueba de degradación. Autoría propia.

Número o código de la muestra	Ambiente	Tiempo de degradación	Nivel de exposición al agua	Absorción de agua	Nivel de exposición al sol	¿Cuánto se afectó la estructura?	Formación de hongos
Muestras que fueron sometidas a la prueba	Sobre suelo orgánico o inorgánico	Expreso en horas		Baja, media o alta		De 1 a 5 siendo 1 muy poco y 5 mucho	Si o no



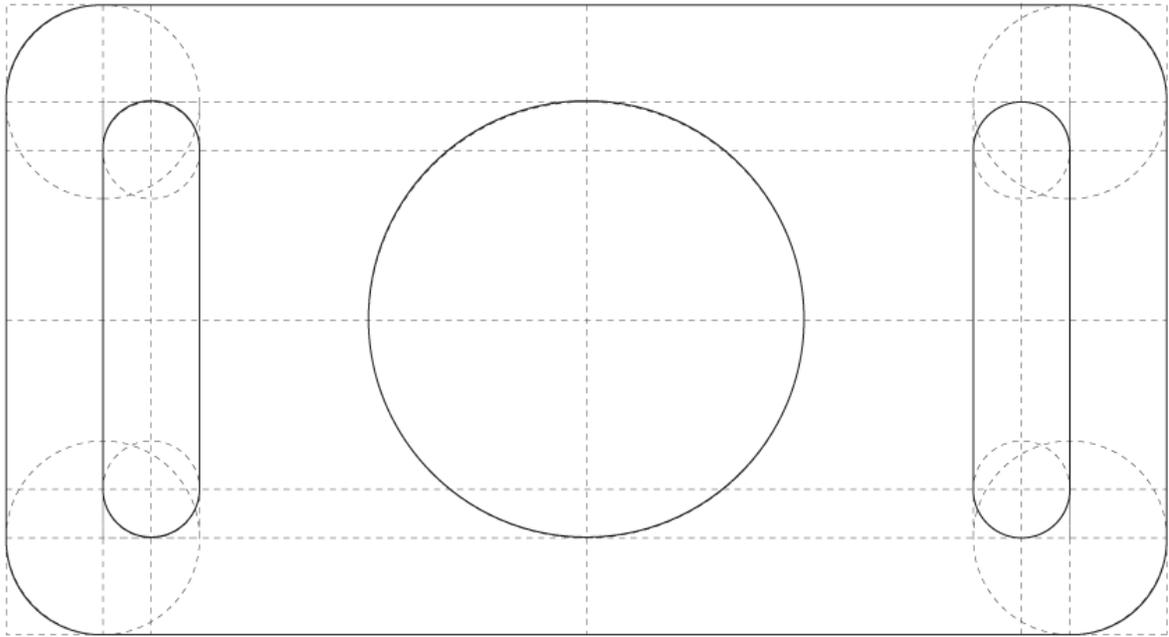
**Figura 16:** Probetas expuestas a la degradación. A) degradación en superficie inorgánica, B) degradación en suelo orgánico. Autoría propia

## 2.7. Desarrollo de formas

Para el desarrollo de las formas se preparó la masa, se laminó con ayuda de un rodillo de madera (en caso de no tener rodillo, se puede utilizar un termo, vaso, o botella de superficie lisa) y se procedió con el desarrollo de las diferentes formas.

### 2.7.1 Formas para contener

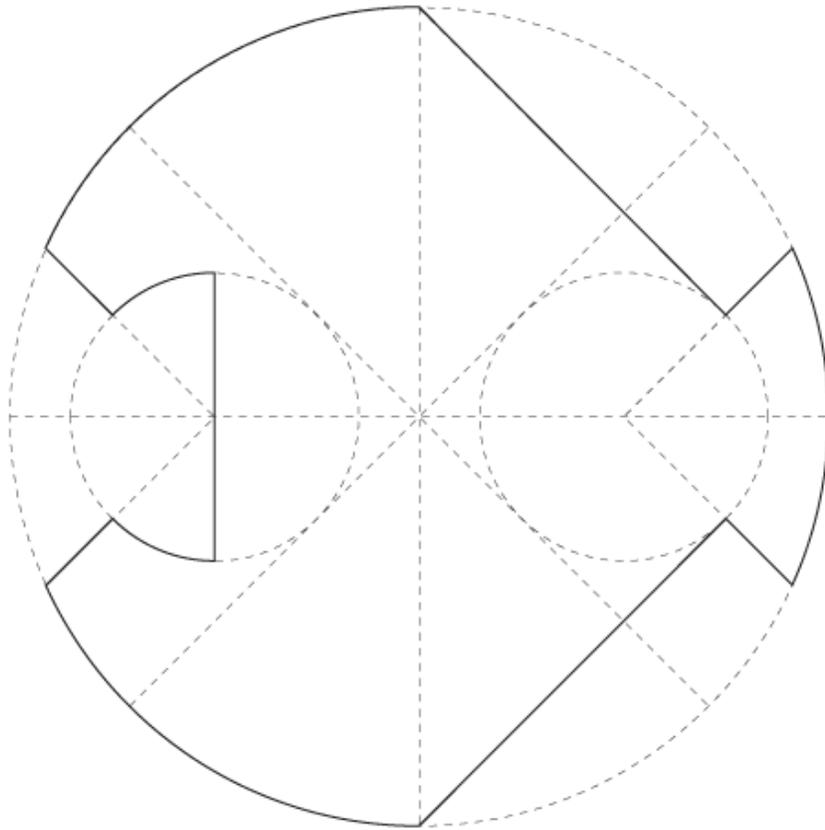
En el desarrollo de la forma para contener se dibujó un rectángulo de 24cm de largo por 13cm ancho sobre una hoja de papel y se redondearon las puntas, posteriormente se trazó el centro de dicho rectángulo y se dibujó un círculo de 9cm de diámetro, finalmente se realizaron dos franjas rectangulares con las puntas redondeadas en la parte superior de cada lado de una medida de 9cm de largo por 2cm de ancho, dejando 2cm de margen en la parte superior (todo esto con la ayuda de instrumentos de dibujo como regla, compás y lápiz). Tanto el círculo central como las franjas fueron sustraídas. Dicha hoja se sobrepuso en el material previamente laminado para servir de molde y se cortó con un bisturí de precisión. Luego de este proceso se llevó al horno durante 60 minutos a 150°C.



**Figura 17:** Desarrollo geométrico de la forma para contener. Autoría propia.

### 2.7.2 Forma de encaje

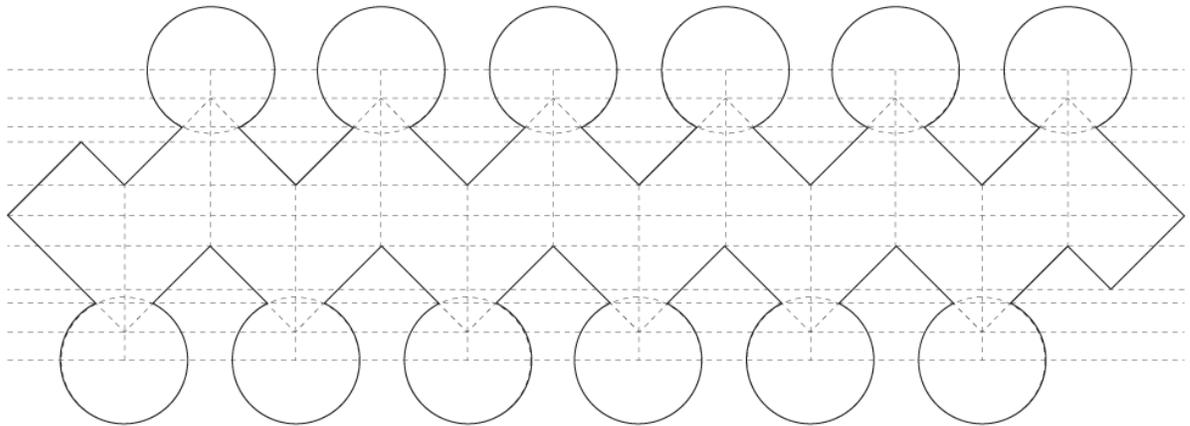
Para el desarrollo la forma se partió del círculo y para su transformación se ayudó de herramientas digitales (Adobe Illustrator) para obtener un micro modulo que permitiera un encaje de horquilla. Esto se logró a partir de la realización de una serie de sustracciones en los laterales y en la parte superior e inferior del círculo. Este se imprimió en papel y posteriormente fue colocado sobre el material para servir como molde. Finalmente se cortó con un bisturí de precisión y fue llevado al horno durante 60 minutos a 150°C.



**Figura 18:** Desarrollo geométrico del módulo para replicar y encajar unos con otros. Autoría propia.

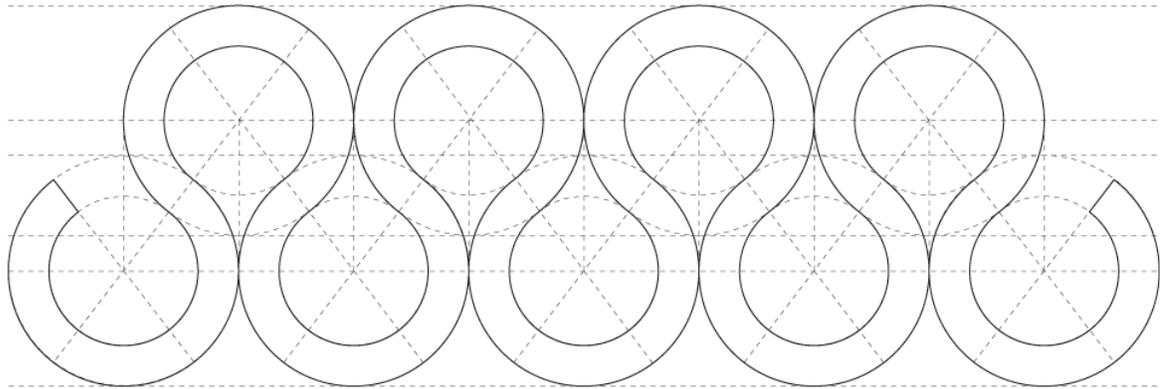
### 2.7.3 Forma en redes

El desarrollo de las redes, se ayudó de herraminetas digitales como Adobe Illustrator para el control y desarrollo de la forma, donde se partió de formas geométricas simples. La primera se realizó a partir de una línea en zigzag de 2 cm de ancho y la adición de círculos de 2 cm de diámetro en los vértices externos de la línea en zigzag, de tal manera que el centro del círculo se ubicaría a 5mm por encima de la punta de cada vértice. De este modo se desarrollo el módulo inicial con una longitud de 10 cm, este módulo fue impreso en una hoja de papel y cortado para utilizar como molde sobre la masa en lamina, con esto se corto 4 veces el módulo en la masa con ayuda de un bisturí de precisión, y se hornearon todas las piezas a 150°C durante 60 minutos para luego confromar la red, que tomó forma a partir de entrelazar un módulo con otro.



**Figura 19:** Desarrollo geométrico del módulo en zigzag para conformar una red con su repetición y unión. Autoría propia.

La segunda red que se desarrolló, partió del círculo y su repetición permitiendo así, la construcción de una tira que pudiera entretrejerse una con otra. Para esto se repitió un círculo de 4cm de diámetro sobre una horizontal uniendo el segundo cuadrante de cada círculo de manera consecutiva hasta que se tuvieron 2 círculos sobre esa horizontal. Se copió y pegó esta línea de círculos debajo de la línea anterior, creando así una estructura activa (Wong, W. 2008) tipo escalonada o ladrillo. Se cortaron los círculos en las respectivas uniones con los demás círculos y se eliminó el sobrante (aquellos que no formaban una línea curva sin aristas) se unieron conformando una sola línea y se le dio un grosor de 7mm. Este módulo se imprimió en papel y se recortó para usarse como molde de corte sobre la masa previamente transformada en lámina, como elemento de corte se usó un bisturí de precisión, se repitió el módulo 3 veces, se hornearon todas las piezas sobre una superficie cubierta de papel de aluminio durante 60 minutos a 150°C, para luego entretrejer un módulo con el otro hasta formar un tejido de unos 25 cm x 10 cm.



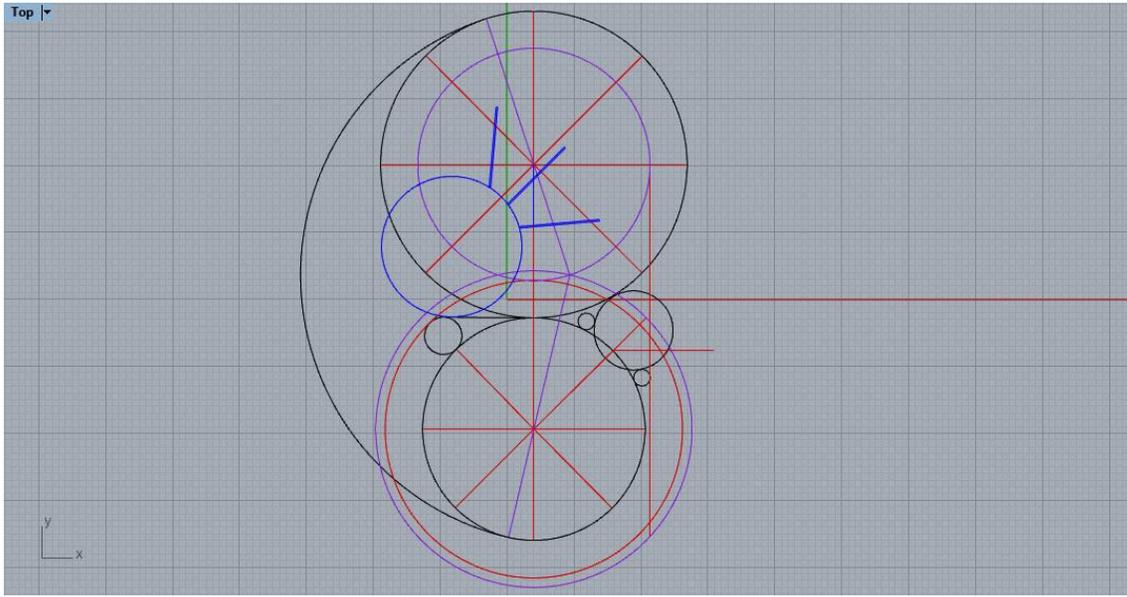
**Figura 20:** Desarrollo geométrico del módulo para tejer una red con su repetición. Autoría propia.

## 2.8. Desarrollo de lámpara

Para desarrollar la lámpara, primero se realizó un desarrollo de la forma sobre papel experimentando a partir del círculo como forma geométrica base simetrías, ejes, tamaños y configuraciones hasta encontrar la forma final, este proceso se observa en la figura 21; una vez esta fue refinada y geometrizada (Figura 22) con ayuda de herramientas digitales (Adobe Illustrator y RhinoCeros) se imprime sobre papel, se recorta y se usa como plantilla de corte sobre la masa para obtener la forma final. Para preparar la masa para el corte primero debe ser aplanada y convertida en lámina, para este proceso se ayuda de un rodillo de madera para panadería y se estira la masa hasta que alcanza un espesor de 2mm, una vez estirada se procede al corte de la lámina con ayuda de la plantilla previamente cortado en papel, para esto se usa un bisturí de precisión para obtener un corte limpio y fiel a la plantilla; se ubicó la masa sobre una bandeja metálica y se llevó al horno convencional por 60 minutos a 150°C.

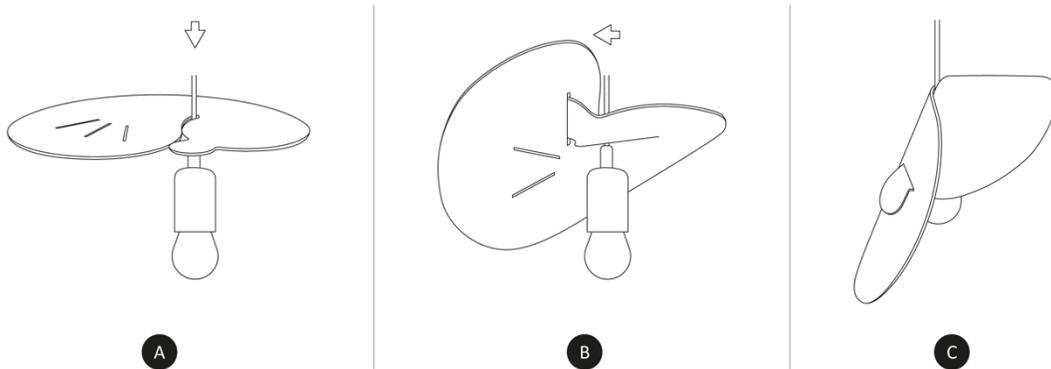


**Figura 21:** Exploración de la forma en papel. Autoría propia.



**Figura 22:** Geometrización de la forma final en el programa RhinoCeros. Autoría propia.

Una vez fuera del horno, se deja reposar de 30 minutos a una hora para que pierda el calor del horno, evitando quemaduras y posibles fracturas en el material, pasado este tiempo la forma está lista para conformar la pantalla de la lámpara, para esto es necesario ubicar la forma sobre el plafón que soporta el bombillo y cerrar la forma; para esto se inserta la pestaña circular pequeña en alguna de las tres ranuras realizadas sobre la parte de mayor tamaño de la forma, cada ranura corresponde a que tan cerrada o abierta se desee la pantalla. Una vez ejecutado esto la lámpara está lista para su uso.



**Figura 23:** Secuencia de armado, lámpara Áureo. A) Ubicar la forma realizada en el material sobre el portalámpara o casquillo. B) Insertar la pestaña pequeña en alguna de las tres ranuras, según se desee. C) Ubicar la pantalla en la dirección deseada. Autoría propia.

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1. Caracterización del alimento base

Se conformó un infografico que da cuenta, a partir de la investigación, de las características físicas y químicas del ñame, así como datos relevantes sobre su cultivo y economía en Colombia. En la columna izquierda, se encuentran los datos del tamaño (desde la longitud menor, hasta la mayor) y el peso promedio; debajo de este gráfico se encuentran las cartas de color extraídas de un corte transversal al ñame, para examinar su interior y otro donde se analiza la cáscara; después se presenta el tiempo de cultivo y los principales departamentos de Colombia donde se da su cultivo en los meses de abril, mayo y junio.

En la zona central del infográfico se puede observar una fotografía del ñame y unas lupas de detalle que amplían características físicas y del crecimiento de la planta. En la columna derecha se encuentran datos como su taxonomía, unas características físicas dseparadas en: forma, interior y exterior. Además se muestra su composición química mediante un gráfico de barras. En la columna de color grisáceo, aparecen datos relevantes correspondientes a su cosecha en Colombia y economía mundial.

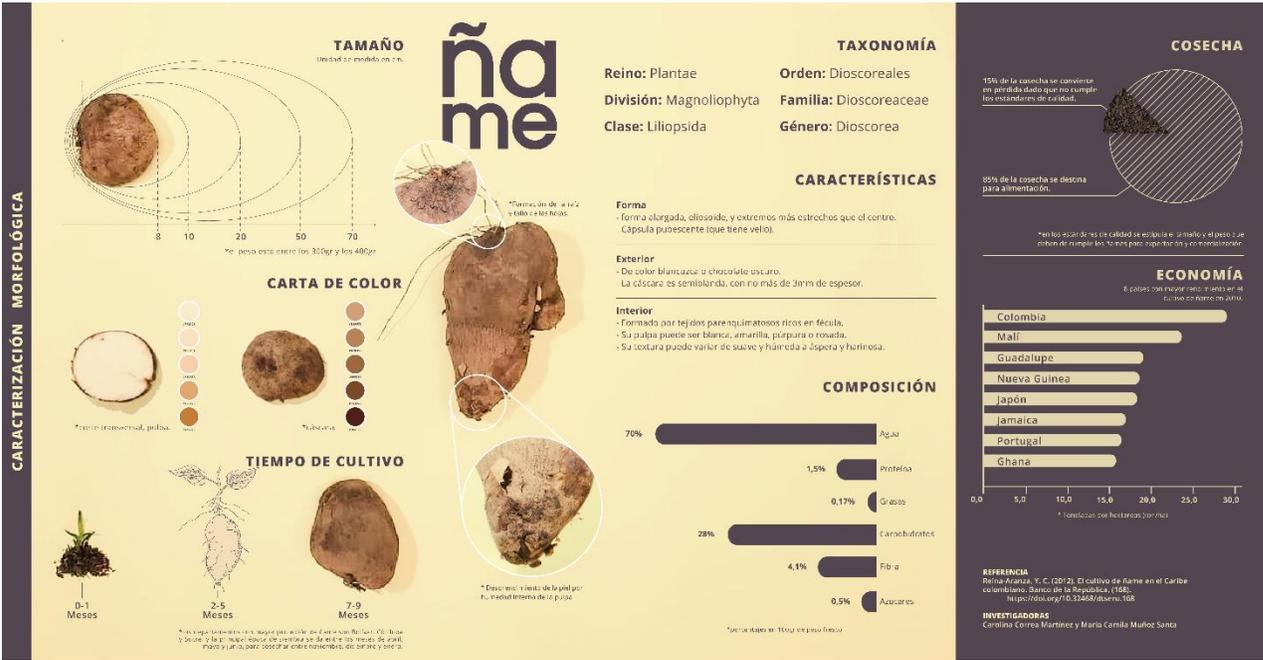


Figura 24: Infografía sobre el ñame, sus características físicas y químicas, de cultivo y economía en Colombia. Autoría propia.

3.2. Exploración aditivos

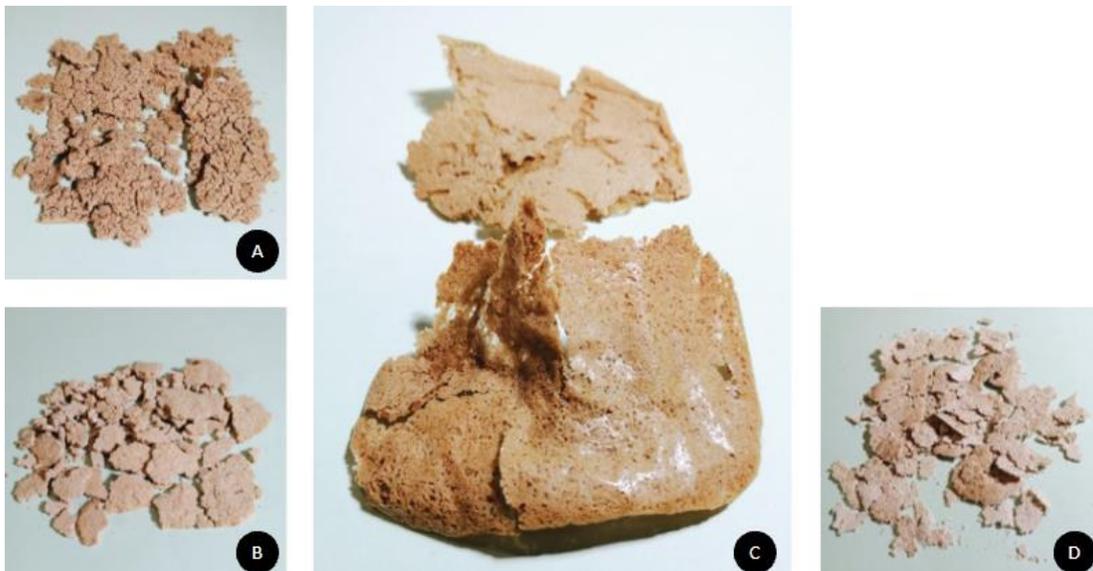
3.2.1 Fase A

Las probetas obtenidas a partir de las diferentes mezclas de la fase A presentaron un comportamiento muy parecido entre las que se dejaron secar a temperatura ambiente sin sol directo y las que se llevaron al horno. Siendo todas demasiado fragiles, no se posibilita la elaboración de

una lamina que se pueda intervenir con el fin de elaborar un objeto. Las composiciones de las mezclas se pueden ver en las tablas fase A.1, A.2 y A.3.



**Figura 25:** Probetas fase A.1, con diferentes tipos de secado, usando chíá como aditivo. A) harina de ñame secado al horno. B) harina de ñame secado al sol. C) ñame crudo secado al horno D) ñame crudo secado al sol. Autoría propia.



**Figura 26:** Probetas fase A.1, con diferentes tipos de secado, usando fécula de maíz como aditivo. A) harina de ñame secado al horno. B) harina de ñame secado al sol. C) ñame sin cocción secado al horno D) ñame sin cocción secado al sol. Autoría propia.

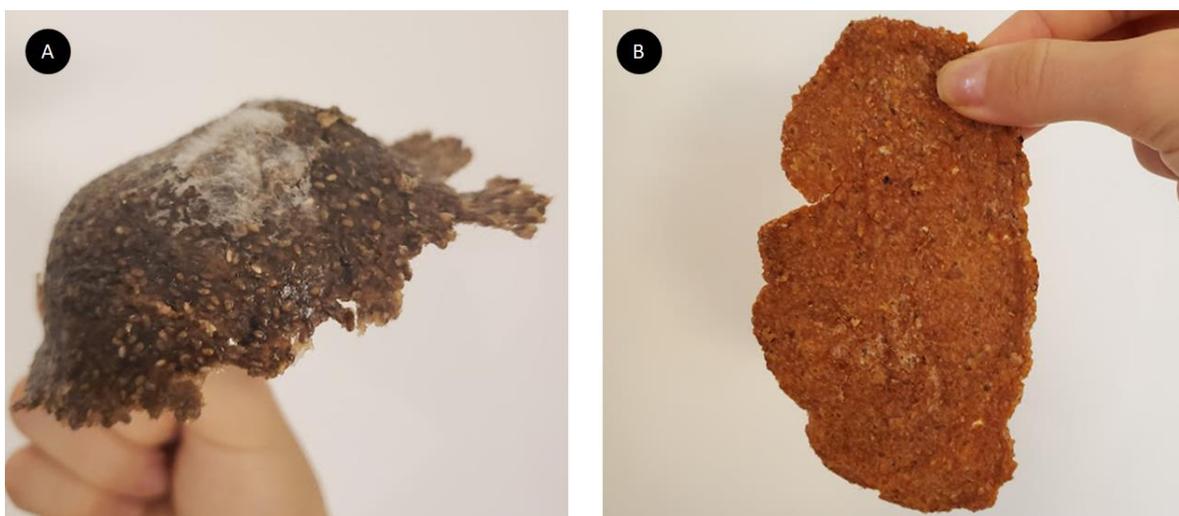


**Figura 27:** Probetas fase A.1, con diferentes tipos de secado, usando CMC como aditivo. A) harina de ñame secado al horno. B) harina de ñame secado al sol. C) ñame sin cocción secado al horno D) ñame sin cocción secado al sol. Autoría propia.

**Tabla 8:** Composición probetas fase A.1 Autoría propia.

FASE A.1						
Morfología	Código	Secado	Código	Aditivos	Código	Código de muestra
Harina	1	Horno	Hor	Chía	Chía	Ñame-Chía-Hor-1
						Ñame-Chía-Am-1
						Ñame-Chía-Hor-2
						Ñame-Chía-Am-2
				Fécula de maíz	Fe/ma	Ñame-Fe/ma-Hor-1
						Ñame-Fe/ma-Am-1
						Ñame-Fe/ma-Hor-1
						Ñame-Fe/ma-Am-2
Licuado, sin cocción	2	Ambiente	Am	CMC	CMC	Ñame-CMC-Hor-1
						Ñame-CMC-Am-1
						Ñame-CMC-Hor-2
						Ñame-CMC-Am-2

En la fase A.2 ambas probetas fueron elaboradas con la misma mezcla como se muestra en la tabla (ñame licuado sin cocción con fécula de maíz y chíá). Una de ellas fue secada al sol y la otra al horno. Su comportamiento a nivel de resistencia fue muy similar, la mayor diferencia que se puede evidenciar entre ellas es que la probeta secada al sol desarrolló hongos, mientras que, la secada al horno no presenta hongos.



**Figura 28:** Probetas fase A.2, elaboradas con ñame licuado sin cocción, usando chíá y fécula de maíz como aditivos. A) Secada al sol. B) Secada al horno. Autoría propia.

**Tabla 9:** Composición probetas fase A.2. Autoría propia.

FASE A.2						
Morfología	Código	Secado	Código	Aditivos	Código	Código de muestra
Licuado, sin cocción	2	Horno	Hor	Chía	Chía	Ñame-Fe/ma-Chía-Hor-2
		Ambiente	Am	Fécula de maíz	Fe/ma	Ñame-Fe/ma-Chía-Am-2

En la fase A.3 ambas probetas fueron elaboradas con la misma mezcla como se muestra en la tabla (ñame licuado sin cocción con fécula de maíz y chíá) y fueron secadas al horno para evitar la aparición de hongos. Las primeras probetas fueron vaciadas en molde con contra molde lo que proporcionó una mayor estructura logrando así que la forma se mantuviera. También se probó vaciando el material en molde sin contra molde, lo cual dio como resultado probetas con una forma menos controlada.



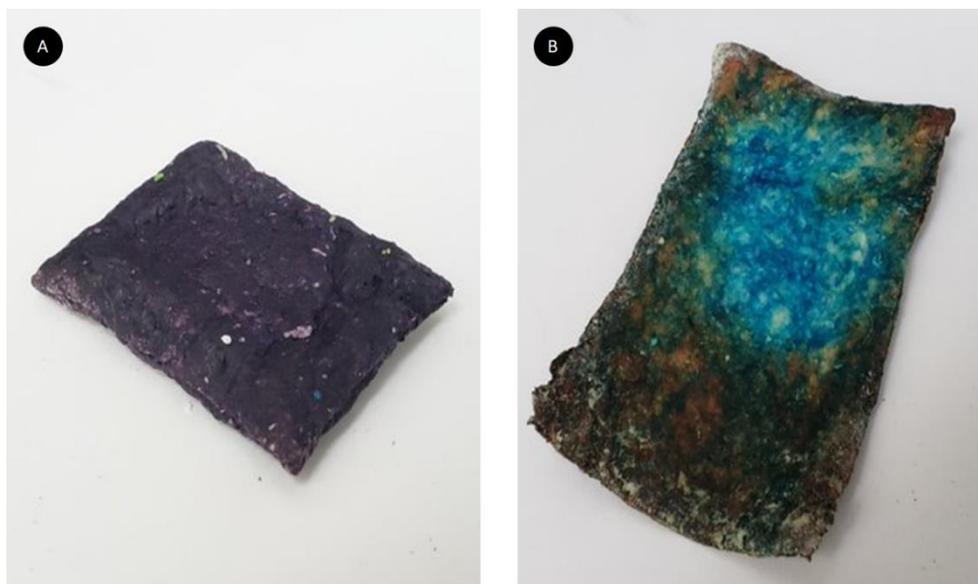
**Figura 29:** Probetas fase A.3. Elaboradas con ñame licuado sin cocción, usando chí y fécula de maíz como aditivos, A) vaciado en molde con contra molde. B) vaciado en molde sin contra molde. Autoría propia.

**Tabla 10:** Composición probetas fase A.3. Autoría propia.

FASE A.3						
Morfología	Código	Secado	Código	Aditivos	Código	Código de muestra
Licuado, sin cocción	2	Horno	Hor	Chía	Chía	Ñame-Fe/ma-Chía-Hor-2.0
		Sol	Am	Fécula de maíz	Fe/ma	Ñame-Fe/ma-Chía-Am-2.0

### 3.2.2 Fase B

En esta fase se añadió anilina vegetal a las probetas para distinguir las según su composición (mezcla utilizada) y para añadir una apariencia estética más llamativa. Sin embargo, las muestras continúan siendo frágiles, lo cual no permite realizar ninguna intervención después de ser llevadas al horno; esto significa que estas probetas no cumplen con las características deseadas en cuanto a las propiedades del material. En la tabla se pueden observar las diferentes mezclas que se usaron en esta fase y el color que se añadió a cada probeta.



**Figura 30:** Probetas fase B, elaboradas con ñame crudo, secadas al horno y con adicción de anilina vegetal. A) probeta con adicción de anilina vegetal de color morado. B) probeta con adicción de anilina vegetal de color azul. Autoría propia.

**Tabla 11:** Composición probetas fase B. Autoría propia.

FASE B								
Morfología	Código	Secado	Código	Aditivos	Código	Aditivos	Código	código de muestra
Licuado, sin cocción	2	Horno	Hor	Chía	Chía	Anilina verde	Ver	Ñame-Fe/ma-Chía-Hor-2
						Anilina azul	Az	Ñame-Fe/ma-Chía-Hor-2
				Fécula de maíz	Fe/ma	Anilina verde agua	Ver/A	Ñame-Fe/ma-Chía-Hor-2
						Anilina morada	Mo	Ñame-Fe/ma-Chía-Hor-2
FASE B								
Morfología	Código	Secado	Código	Aditivos	Código	Aditivos	Código	código de muestra
Licuado, sin cocción	2	Horno	Hor	Chía	Chía	Anilina verde	Verd	Ñame-Fe/ma-Chía-Hor-2Verd
						Anilina azul	Az	Ñame-Fe/ma-Chía-Hor-2Az
				Fécula de maíz	Fe/ma	Anilina morada	Mo	Ñame-Fe/ma-Chía-Hor-2Mo
FASE B								
Morfología	Código	roceso de secad	Código	Aditivos	Código	Formas	Código	código de muestra
Licuado, sin cocción	2	Horno	Hor	Fécula de maíz	Fe/ma	Triángulo	Tri	Ñame-Fe/ma-Hor-2Tri
						Círculo	Cir	Ñame-Fe/ma-Hor-2Cir
						Cuadrado	Cua	Ñame-Fe/ma-Hor-2Cua

### 3.2.3 Fase C

En esta fase la masa fue llevada al microondas para activar la goma xantana, lo cual generó que la mezcla se pudiera manipular con mayor facilidad permitiendo elaborar laminas uniformes que

posterior al proceso de secado en horno, ganarían rigidez. El resultado de las laminas se puede ver en la figura 31.



**Figura 31:** Probetas fase C, mezcla precocida en horno microondas, con adición de goma xantana. Autoría propia.

**Tabla 12:** Composición probetas fase C. Autoría propia.

FASE C								
Morfología	Código	Pre-secado	Código	Secado	Código	Aditivos	Código	código de muestra
Licuada, sin cocción	2	Microondas	Micro	Horno	Hor	Goma Xantana	Gxan	Ñame-GXan-Micro-Hor-2

FASE C								
Morfología	Código	Pre-secado	Código	Secado	Código	Aditivos	Código	código de muestra
Licuada, sin cocción	2	Microondas	Micro	Horno	Hor	Goma Xantana Fécula de maíz	Gxan Fe/ma	Ñame-Gxan-Fe/ma-Micro-Hor-2

### 3.2.4 Fase D

Las probetas de esta fase no cumplieron con el objetivo planteado (ser llamativo y agradable a nivel sensorial con respecto al gusto, olfato y tacto) puesto que su color, sabor y aroma no eran suficientemente intensos, por lo cual la interacción con el usuario no fue muy satisfactoria. Sin embargo a partir de estas probetas se hayó que la mezcla que contenía sal, cúrcuma, fécula de maíz y goma xantana, presentaba características flexibles, lo cual permitió explorar otras funcionalidades del material. Los resultados de esta fase se muestran en la figura 32.

**Tabla 13:** Composición probetas fase D. Autoría propia.

FASE D										
Morfología	Código	Pre-secado	Código	Secado	Código	Aditivos	Código	Aditivo color / sabor	Código	código de muestra
Licuado, sin cocción	2	Microondas	Micro	Horno	Hor	Goma Xantana	Gxan	cúrcuma / sal	Sal	Ñame-Gxan-Micro-Hor-2Sal
								Anilina vegetal verde / café	Café	Ñame-Gxan-Micro-Hor-2Café
								Remolacha / vainilla	Vaini	Ñame-Gxan-Micro-Hor-2Vaini
								Anilina vegetal azul / limón	Limón	Ñame-Gxan-Micro-Hor-2Limón
								Sriracha	Sri	Ñame-Gxan-Micro-Hor-2Sri
FASE D										
Morfología	Código	Pre-secado	Código	Secado	Código	Aditivos	Código	Aditivo color / sabor	Código	código de muestra
Licuado, sin cocción	2	Microondas	Micro	Horno	Hor	Goma Xantana	Gxan	cúrcuma / sal	Sal	Ñame-Gxan-Fe/ma-Micro-Hor-2Sal
								Anilina vegetal verde / café	Café	Ñame-Gxan-Fe/ma-Micro-Hor-2Café
								Remolacha / vainilla	Vaini	Ñame-Gxan-Fe/ma-Micro-Hor-2Vaini
								Anilina vegetal azul / limón	Limón	Ñame-Gxan-Fe/ma-Micro-Hor-2Limón
								Sriracha	Sri	Ñame-Gxan-Fe/ma-Micro-Hor-2Sri
					Fécula de maíz	Fe/ma				



**Figura 32:** Probetas fase D, probetas con colorates y saborizantes naturales añadidos. Autoría propia.

### 3.2.5 Fase E

Esta mezcla fue la que mejor comportamiento tuvo con respecto a las características deseadas puesto que permite elaborar laminas delgadas, flexibles y resistentes que se pueden intervenir como se muestra en la figura. La probeta A contiene fécula de maíz y goma xantana, probeta B solo contiene goma xantana como aditivo. Ambas probetas contienen sal y cúrcuma y la mezcla es precalentada en el horno microondas para activar la goma, con un secado final en horno como se muestra en la tabla 14.

**Tabla 14:** Composición probetas fase E. Autoría propia.

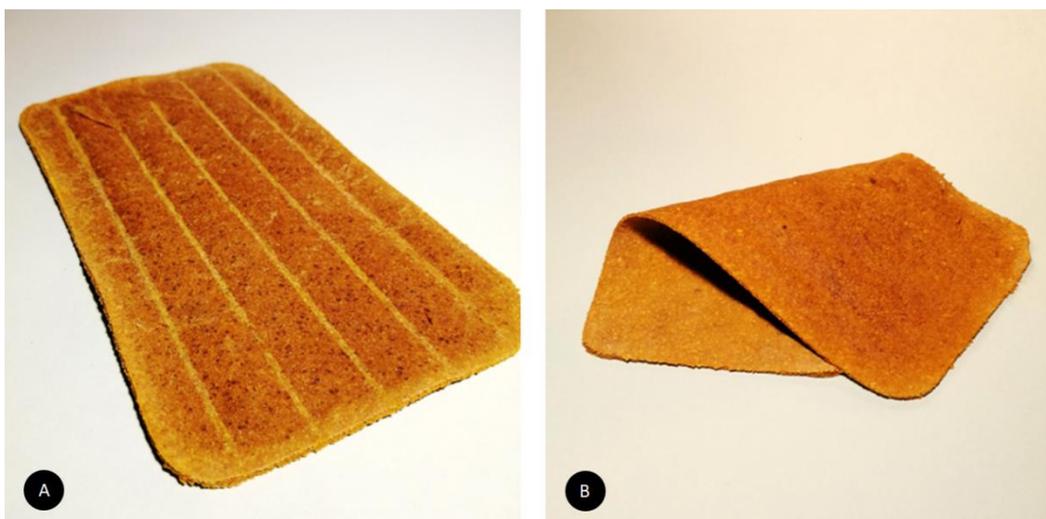
FASE E										
Morfología	Código	Pre-secado	Código	Secado	Código	Aditivos	Código	Aditivo color / sabor	Código	código de muestra
Licuada, sin cocción	2	Microondas	Micro	Horno	Hor	Goma Xantana	Gxan	cúrcuma / sal	Sal	Ñame-Gxan-Micro-Hor-2Sal

FASE E										
Morfología	Código	Pre-secado	Código	Secado	Código	Aditivos	Código	Aditivo color / sabor	Código	código de muestra
Licuada, sin cocción	2	Microondas	Micro	Horno	Hor	Goma Xantana	Gxan	cúrcuma / sal	Sal	Ñame-Gxan-Fe/ma-Micro-Hor-2Sal
						Fécula de maíz	Fe/ma			Ñame-Gxan-Fe/ma-Micro-Hor-2Sal

FASE E										
Morfología	Código	Pre-secado	Código	Secado	Código	Aditivos	Código	Aditivo color / sabor	Código	código de muestra
Licuada, sin cocción	2	Microondas	Micro	Horno	Hor	Goma Xantana	Gxan	cúrcuma / sal	Sal	Ñame-Gxan-Micro-Hor-2Sal



**Figura 33:** Láminas de ñame flexibles. A) contiene fécula de maíz, goma xantana, cúrcuma y sal. B) contiene goma xantana, cúrcuma y sal como aditivos. Esta tiene un comportamiento muchos más flexible y maleable con respecto a la que se muestra en la figura A. Autoría propia.

### 3.2.6 Valoración de las mezclas según características deseadas

El comportamiento de los aglutinantes seleccionados – Chía, Fécula de maíz, CMC, Goma Xantana – desde la investigación en la literatura por sus propiedades emulsificadoras, de gelificación y gelatinización fue el determinante para abordar la exploración del control de la mezcla.

Se obtuvieron resultados sobre las características que aporta el aditivo sobre la mezcla y como este afecta su resultado final de acuerdo con características previamente seleccionadas como ideales – flexible, opaco, liso, liviano, sin sabor, sin olor – dentro del resultado esperado y ponderadas según el cumplimiento (cada muestra se califica de 1 a 5 según cada característica, siendo 1 que no la posee y 5 que cumple con ella) del requerimiento deseado como se muestra en la tabla 15.

**Tabla 15:** Tabla de ponderación de características deseadas en el material; vista recortada ver Anexo Registro Experimentación, libro características Autoría propia.

FASE A									
Características	Ponderación	Código de muestra							
		Ñame-Chía-Hor-1		Ñame-Chía-Am-1		Ñame-Chía-Hor-2		Ñame-Chía-Am-2	
		Calif.	Total	Calif.	Total	Calif.	Total	Calif.	Total
Flexible	0,25	1	0,25	1	0,25	1	0,25	1	0,25
Opaco	0,17	5	0,85	5	0,85	5	0,85	5	0,85
Liso	0,14	1	0,14	4	0,56	1	0,14	5	0,7
Liviano	0,11	5	0,55	4	0,44	4	0,44	4	0,44
Sin sabor	0,18	3	0,54	4	0,72	4	0,72	3,5	0,63
Sin olor	0,15	4	0,6	5	0,75	3	0,45	4	0,6
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	2,93		3,57		2,85		3,47	

En la tabla 17 se muestra resaltado en verde oscuro los resultados con mayor calificación, la mezcla con código Ñame-Chía-Am-1 - Harina de ñame con aditivo de chíá, con un proceso de secado al sol – obtuvo un resultado de 3,57 y con 3,47 se encuentra la mezcla con código Ñame-Chía-Am-2 – Ñame sin cocer, licuado con agua y aditivo de chíá, con un proceso de secado al sol – Ambas muestras obtuvieron un resultado parecido en esta primera fase.

**Tabla 16:** Ponderación segundas características deseadas en el material, vista completa faseB *Autoría propia*

Características	Ponderación	FASE B																			
		Código de muestra																			
		Ñame-Fe/ma-Chía-Hor-2		Ñame-Fe/ma-Chía-Hor-2		Ñame-Fe/ma-Chía-Hor-2		Ñame-Fe/ma-Chía-Hor-2Ma		Ñame-Fe/ma-Chía-Hor-2A		Ñame-Fe/ma-Chía-Hor-2Bsd		Ñame-Fe/ma-Hor-2C		Ñame-Fe/ma-Hor-2H		Ñame-Fe/ma-Hor-2Cas			
Calif.	Total	Calif.	Total	Calif.	Total	Calif.	Total	Calif.	Total	Calif.	Total	Calif.	Total	Calif.	Total	Calif.	Total	Calif.	Total		
Duro	0,25	3	0,75	2	0,5	2	0,5	2	0,5	4	1	3	0,75	4	1	4	1	4	1	3	0,75
Opaco	0,17	5	0,85	5	0,85	5	0,85	5	0,85	5	0,85	5	0,85	5	0,85	4	0,68	3	0,51	4	0,68
Liso	0,14	4	0,56	3	0,42	2,5	0,35	3	0,42	3	0,42	3	0,42	3,5	0,49	3	0,42	3	0,42	3	0,42
Liviano	0,11	5	0,55	4	0,44	4	0,44	4	0,44	3	0,33	3	0,33	3	0,33	3,5	0,39	3	0,33	3	0,33
Sin sabor	0,18	1	0,18	1	0,18	1	0,18	2	0,36	1	0,18	1	0,18	1	0,18	2	0,36	3	0,54	1	0,18
Sin olor	0,15	2	0,3	4	0,6	4	0,6	4	0,6	2,5	0,38	2,5	0,38	2	0,3	2	0,3	2	0,3	2	0,3
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	3,19		2,99		3,17		3,36		2,91		3,35		3,09		3,16		2,66			

**Tabla 17:** Recorte de acercamiento tabla 16, características y valores ponderados *Autoría propia*.

Calificación		FASE B							
Características	Ponderación	Código de muestra							
		Ñame-Fe/ma-Chía-Hor-2		Ñame-Fe/ma-Chía-Hor-2		Ñame-Fe/ma-Chía-Hor-2		Ñame-Fe/ma-Chía-Hor-2	
		Calif.	Total	Calif.	Total	Calif.	Total	Calif.	Total
Duro	0,25	3	0,75	2	0,5	2	0,5	2	0,5
Opaco	0,17	5	0,85	5	0,85	5	0,85	5	0,85
Liso	0,14	4	0,56	3	0,42	2,5	0,35	3	0,42
Liviano	0,11	5	0,55	4	0,44	4	0,44	4	0,44
Sin sabor	0,18	1	0,18	1	0,18	1	0,18	2	0,36
Sin olor	0,15	2	0,3	4	0,6	4	0,6	4	0,6
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	3,19		2,99		2,92		3,17	

En la fase B donde se usó fécula de maíz y chíá como aglutinantes principales y se ajustaron las características deseadas – Opaco, duro, liso, liviano, sin olor, sin sabor – arrojó resultados donde la mezcla con código Ñame-Fe/ma-Chía-Hor-2 – Ñame sin cocción, licuado y aditivos de chíá y fécula de maíz, con un proceso de secado en horno – obtuvo una calificación de 3,19 como se muestra en la tabla 17, sobre las demás muestras que mantenían una relación entre materia prima (ñame) sobre

aditivo variable, mientras que la mezcla Ñame-Fe/ma-Chía-Hor-2 tuvo una relación constante entre sus aditivos.

Con el propósito de simplificar los componentes y hacer uso eficiente de los recursos para la mezcla, se experimentó con Goma Xantana y fécula de maíz, puesto que la chíá previamente no demostraba grandes mejoras en el comportamiento final de la mezcla.

Se realizó una experimentación con ñame y goma Xantana en una proporción 1/100 que es el límite establecido para la ingesta de este aglutinante. Dicha experimentación arrojó resultados que se ajustaron las características deseadas – Opaco, duro, liso, liviano, sin olor, sin sabor. La mezcla Ñame-GXan-Micro-Hor-2 cuya ponderación final fue de un 12,26 haciéndola más eficiente que la muestra Ñame-Fe/ma-Chía-Hor-2 que incluía fécula de maíz como se muestra en la tabla 18.

**Tabla 18:** Ponderación fase C, recorte de acercamiento. Autoría propia.

FASE C			
Código de muestra			
Ñame-GXan-Micro-Hor-2		Ñame-Gxan-Fe/ma-Micro-Hor-2	
Calif.	Total	Calif.	Total
5	2,5	4	2
5	4,25	5	4,25
5	1,75	4	1,4
5	2,2	4	1,76
2	0,36	2	0,36
2	1,2	2	1,2
12,26		10,97	

La experimentación presenta una consistencia firme maleable esponjosa, lo cual permite estirar, aplanar, moldear y cortar fácilmente. Esta consistencia se logra al precalentar la mezcla durante 1,35 min en el horno microondas. El tiempo de precalentamiento puede variar según la marca del horno y la potencia; sin embargo, esta puede ser precalentada a fuego bajo en el fogón revolviendo constantemente hasta lograr la consistencia deseada.

Por último, se evidenció que las muestras tienen un mejor comportamiento en el horno cuando son expuestas a una temperatura menor de la que se trabajó inicialmente y un tiempo de secado mucho mayor. Lo ideal es someter las muestras a una temperatura de 150°C por un tiempo aproximado de 60 minutos. El tiempo de secado varía según la marca del horno y su potencia. Esto permite que las muestras no se rajen, no se inflen ni se deformen.

En la fase D, se toma la decisión de agregar color y sabor a la mezcla con la intención de hacer el material más agradable a la vista, olfato y gusto. Para esto se realizan cinco probetas diferentes, a la primera de ellas se le agrega esencia de vainilla y remolacha para pigmentar; a la segunda probeta se le agrega zumo de limón y anilina vegetal color azul, a la tercera se le agrega sal y Cúrcuma, a la cuarta se le agrega Sriracha y a la quinta probeta se le agrega café.

Al probar cada una de las muestras, se comprueba que la percepción olfativa y gustativa es muy baja, además la presencia de goma xantana en la mezcla hace que esta tenga una consistencia como goma densa, lo cual dificulta el proceso de masticar y su ingesta.

Pese a que los resultados de sabor y olor no fueron los esperados, se obtuvo un hallazgo interesante en la muestra que contiene sal y cúrcuma; esta presentó un comportamiento flexible a los 4 días de haberse horneado, cabe aclarar que estas muestras estuvieron expuestas a una temperatura fría y húmeda, lo cual se cree que puede afectar directamente las características de las muestras.

Estas probetas fueron calificadas con la ponderación y las características de la tabla 15 debido al comportamiento flexible de esta, donde la mezcla Ñame-Gxan-Micro-Hor-2Sal obtuvo una calificación de 11,64 que se observa en la tabla 19 sobre las tres probetas realizadas en la fase E donde se buscó la receta indicada para controlar la proporción de los aditivos.

**Tabla 19:** Ponderación fase E, recorte de acercamiento. Autoría propia.

FASE E					
Código de muestra					
Ñame-Gxan-Fe/ma-Micro-Hor-2Sal		Ñame-Gxan-Fe/ma-Micro-Hor-2Sal!		Ñame-Gxan-Micro-Hor-2Sal	
Calif.	Total	Calif.	Total	Calif.	Total
5	1,25	4	1	5	1,25
4	3,4	4,5	3,83	5	4,25
4	2,24	4	2,8	4,5	3,15
4	1,76	4	1,76	4	1,76
1	0,72	1	0,63	1	0,63
1	0,75	1	0,6	1	0,6
10,12		10,62		11,64	

### 3.3. Exploración forma

De acuerdo a cada categoría, se obtuvieron los siguientes resultados, sobre la pertinencia de la forma (configuración geométrica), su conformación (tecnología) y funcionalidad.

#### 3.3.1 Formas comestibles

La forma desarrollada para servir y comer un canapé de un solo bocado, presenta una geometría que funciona correctamente para disponer el alimento, dado que tiene una concavidad donde puede fácilmente servirse el alimento y un extremo alargado que termina en punta del cual sirve de agarre, facilitando el acto de llevarselo a la boca. Sin embargo, por su tamaño (7 cm de largo x 2.5 cm de ancho) complejiza su ingesta, siendo un elemento muy largo y ancho para masticar y procesar adecuadamente.



**Figura 34:** Forma para servir y comer un canapé de un bocado. Autoría propia.

No obstante, esto se resuelve con un ajuste dimensional en la forma, puesto que la mezcla utilizada para realizar esta experimentación (Fase A: ñame (sin previa cocción) y fécula de maíz) cumple con las características de olor y sabor, en el cual, el resultado obtenido se asemejaba a una galleta, por su textura crujiente y sabor simple.

Mientras que, en la exploración de aditivos de la fase D se le dieron atributos de sabor y color a la mezcla con el fin de desarrollar un material que pudiera aplicarse en la educación mediante la interactividad con este; las formas desarrolladas contaban la narrativa de los diferentes sabores mediante una caracterización formal, es decir, se le dieron atributos geométricos a cada sabor; de esta manera los círculos con textura respondían a un sabor, que mediante el color y una forma específica en su textura lo representaba, como se enlista en la Tabla 20.

**Tabla 20:** Correspondencia entre sabor, color y forma para cada elemento. Autoría propia

Sabor	Color	Textura
Salado	Amarillo	Lineal
Dulce	Morado	Espiral
Ácido	Azul	Red de cuadrados
Picante	Rojo	Puntos
Amargo	Verde	Zigzag

Esto dio como resultado formas divertidas (que involucran otras dinámicas, como comer con las manos, jugar y experimentar) para comer, y a su vez para explorar con los niños los diferentes sabores a partir de la asociación de color y forma a un determinado elemento que produce cierta sensación sea gustosa o no. Los elementos desarrollados evidenciaron que, el material al ser horneado absorbe los sabores por lo que al momento de la ingesta no se distinguen muy bien unos de otros, sin embargo el color y la textura funcionaron correctamente después del horneado final. En la figura 35 se muestran las formas desarrolladas.



**Figura 35:** Formas comestibles para la educación interactiva de niños sobre los sabores. A) moneditas comestibles con sabor, color y textura representativa. B) Palitos para paletas con sabor, color y forma (en el extremo) representativa. C) Dedales comestibles con sabor, color y textura representativa. Autoría propia

De este modo, las formas cumplieron con su atractivo deseado y a pesar de no ser muy satisfactorio el uso de sabores, la mezcla permitió la exploración de estas formas divertidas y llamativas para el usuario.



**Figura 36:** Dedales comestibles con diferentes sabores y colores. Autoría propia.

### 3.3.2 Formas extruidas

Dada la densidad de la mezcla, la extrusión análoga para conformar las formas exploratorias se dificultó, pues es un proceso que requiere de fuerza y un material más resistente que una bolsa plástica para llevarse a cabo. Además las formas no pudieron ser ejecutadas con un alto grado de detalle y geometría, por esto el resultado no fue abarcado desde la amplitud de configuraciones, sino desde la técnica que mejor se ajustara para el desarrollo.

En ambos casos, los resultados no fueron muy atractivos para continuar explorando este método de conformación. En la figura 37 se observa que la base está compuesta por una espiral y al intentarse hacer paredes alámbricas la resistencia y consistencia del material no es la apropiada, siendo frágil y difícil de mantener en posición, lo que tras el horneado llevó a la fractura de dichas paredes. Sin embargo, esta forma para construir una canasta o plato ondo, funciona de mejor manera si las paredes son sólidas y se ejecutan como planos seriados hasta lograr una altura deseada como lo muestra la figura 38



**Figura 37:** Canasta con paredes alambricas. Autoría propia.



**Figura 38:** Canasta con paredes en planos seriados. Autoría propia.

Además de hacer formas en espiral como la figura 39, también se experimentó con la construcción de redes a partir de líneas verticales y horizontales una sobre otras, como lo muestra la figura 40.



**Figura 39:** Espiral con curvatura positiva. Autoría propia.



**Figura 40:** Red a partir de líneas horizontales y verticales. Autoría propia.

De este modo, la extrusión 3D análoga demostró que a pesar de tener restricciones en la forma, se puede lograr (posiblemente) la conformación de objetos funcionales a partir de esta tecnología. Sin ser muy precisa y limpia desde la geometría el material se comportó adecuadamente para este momento exploratorio.

### 3.3.3 Formas de encajes

La forma de encaje funcionó de manera aceptable cuando se encajaron los círculos entre sí; sin embargo, el material sufrió una deformación debido al calor durante el horneado final de las piezas, esto fue una consecuencia, además del grosor de la lámina en la que fueron cortadas las formas estaba muy delgada (aproximadamente 1 mm, cuando el mínimo grosor debe ser de 2 mm puesto que así no afecta su resistencia ni se presentan deformaciones al calentar). Estas deformaciones pueden verse en la figura 41.



**Figura 41:** Formas circulares que encajan entre sí. Autoría propia.

Estas piezas, encajan entre sí gracias a la apertura, lo que permite tener varias configuraciones de este encaje, una de ellas es como se evidencia en la figura 42, donde forman una fila al unirse.

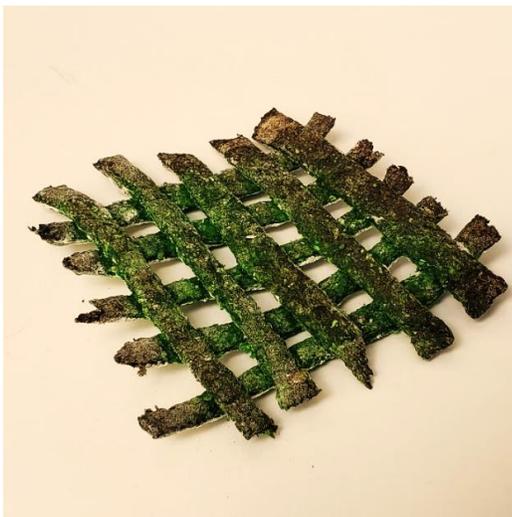


**Figura 42:** Formas circulares que encajan entre sí. Autoría propia.

#### 3.3.4 Formas en redes

El desarrollo y la construcción de las redes con la mezcla de la fase B y C, fueron positivas. Se observó que el material tiene una consistencia que permite laminar, cortar y manejar el material de la mejor manera para construir las redes.

Las redes construidas a partir de tiras funcionaron de forma sobresaliente, en la figura 43 se observa que estas tiras sufrieron deformaciones (principalmente se inflaron) con el calor en la horneada final lo que provocó que fueran más frágiles al tener un vacío a su interior, sin embargo, la red mantuvo su estructura y en conjunto su resistencia.



**Figura 43:** Red construida con tiras de 1 cm sobre puestas. Autoría propia.

A diferencia de las tiras de 1 cm de ancho, las tiras que tenían mayor anchura (2 cm) presentaron menos deformaciones, como se observa en la figura 44 donde el tejido de se hace no sobreponiendo, sino entretejiendo las tiras, con esto se logra una apariencia de canasto, que otorga mayor resistencia a la estructura.



**Figura 44:** Red construida con tiras de 2 cm entretejidas. Autoría propia.

A diferencia de las redes a partir de verticales y horizontales, los círculos sólidos (es decir, sin sustracciones en el centro) resultaron ser la forma más rígida estructuralmente para construir redes traslapadas, pues las fuerzas se reparten en mayor área y al ser circular, se omiten puntas que puedan partirse con facilidad. Así como se observa en la figura 45, la forma de traslapo sufrió una deformación menor durante el horneado final, haciendo que toda la red tuviera una curvatura positiva.



**Figura 45:** Red de círculos traslapados. Autoría propia.

En cuanto a la red eslabonada de círculos huecos (con sustracción en el centro), el material como en otras ocasiones sufrió deformaciones en el horneado final, provocando que algunos de los círculos de la cadena se curvaran, como se observa en la figura 46. Sin embargo, la red funcionó de la forma esperada, cada círculo quedó despegado uno a otro (era posible que las zonas en contacto de cada círculo se pagaran durante el horneado final, limitando el movimiento de las piezas) dando el movimiento característico de una cadena eslabonada.



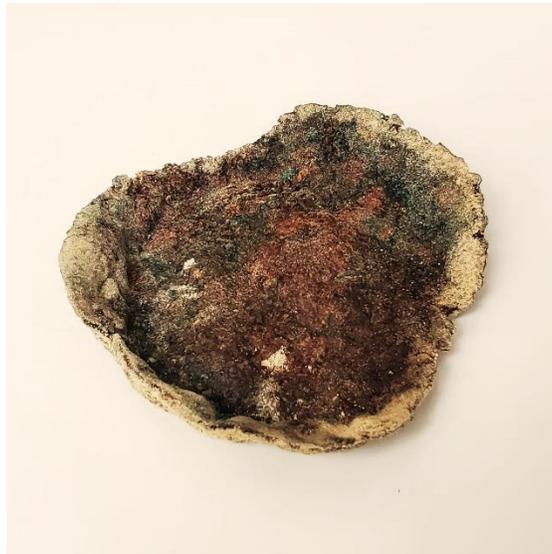
**Figura 46:** Red eslabonada de círculos. Autoría propia.

### *3.3.5 Formas para contener*

Las formas simples desarrolladas para contener alimentos secos o húmedos en cantidades pequeñas, demostraron tener una buena resistencia en su estructura y una buena apariencia estética en el caso de la figura 47 a comparación de la figura 48.



**Figura 47:** Contenedores para pasabocas, realizados con la mezcla de la fase A. Autoría propia.



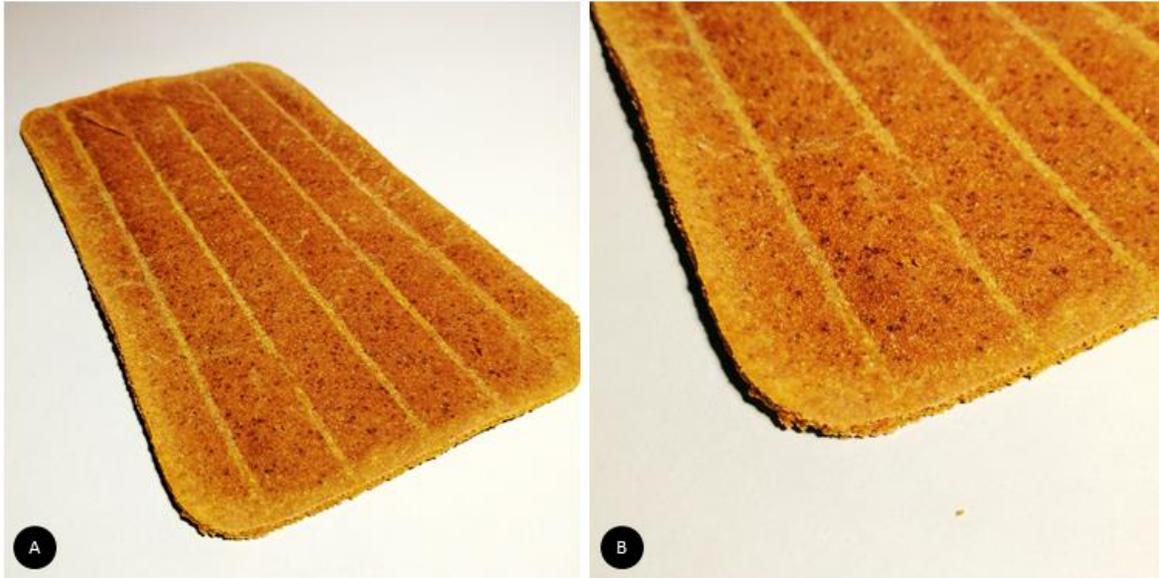
**Figura 48:** Plato para pasabocas, realizados con la mezcla de la fase B. Autoría propia.

Estas formas, se comportaron sobresalientemente al momento del horneado, pues no tuvieron deformaciones significativas debido al calor o a la delgadez de la lámina inicial. Por ende la forma de la mezcla A puede ser replicada varias veces sin que sufra grandes transformaciones entre ellas.

#### 3.4. Material

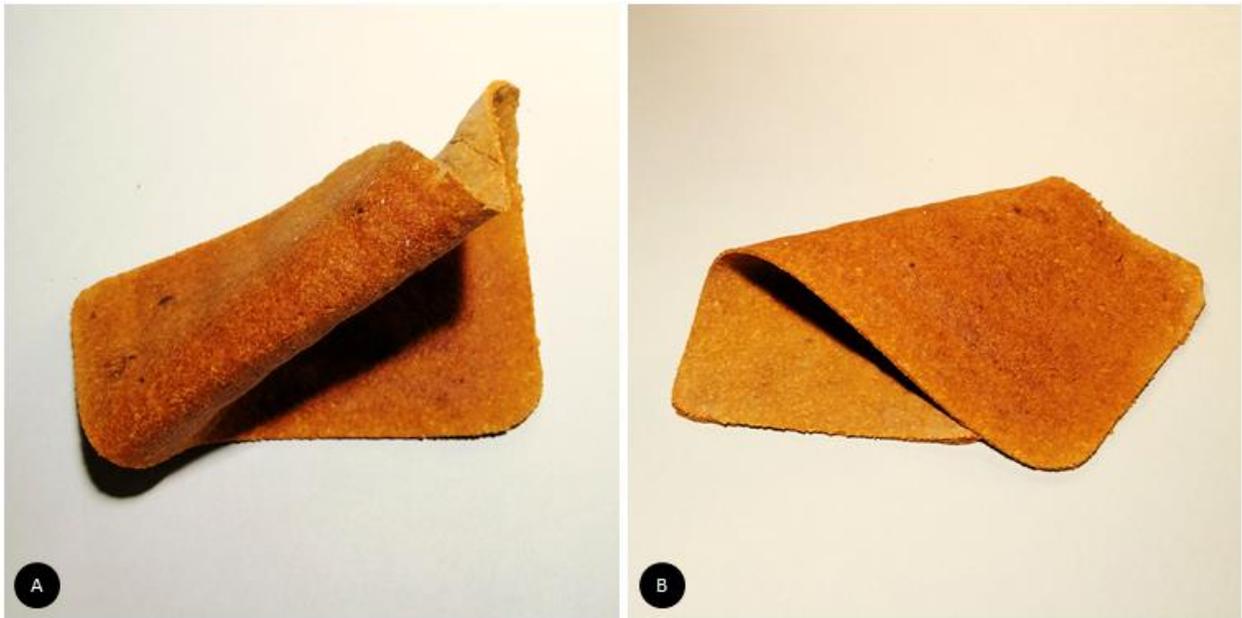
El material desarrollado, presenta un comportamiento flexible con una textura similar al reverso del cuero, siendo el tacto más rugoso. Desde sus componentes, la Goma xantana proporciona

maleabilidad, siendo esta la encargada de homogenizar la mezcla en una masa que permite ser estirada y aplanada para formar láminas que después pueden cortarse y transformarse con cortes, dobleces, encajes en objetos funcionales; mientras que la sal y la cúrcuma en conjunción logran proporcionar flexibilidad gracias a que mantienen la humedad en la lámina sin que esta sufra desgarros o daños en la estructura, además de esto la cúrcuma aporta su color amarillo característico al material.

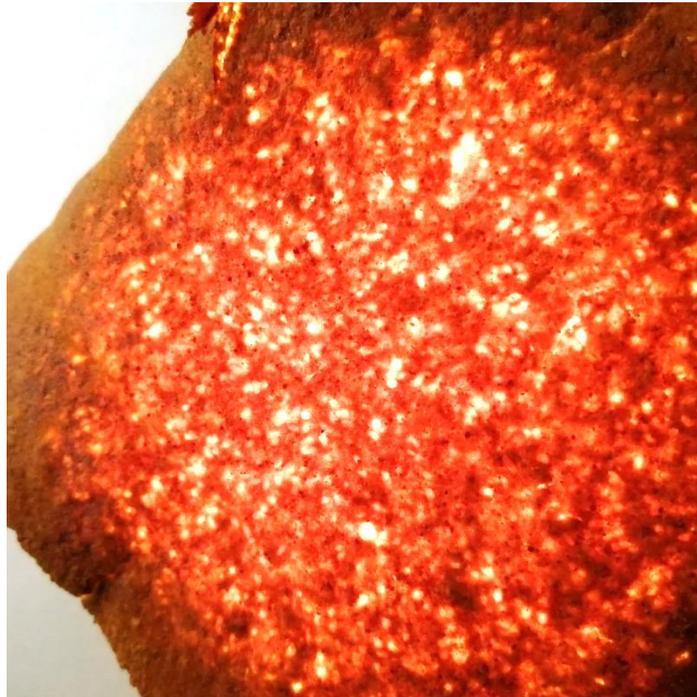


**Figura 49:** Lámina del material tras secado en horno. A) Lámina completa. B) detalle de la textura y la forma del borde de la lámina. Autoría propia.

En la figura 50 se observa la flexibilidad de la lámina, a pesar de que esta es flexible no puede doblarse como papel, pues tiende a quebrarse y el calibre tampoco es el apropiado. Una característica estética del material, es su relación con la luz, pues al exponerse a una luz directa esta deja entrever los cristales de sal creando una óptica estéticamente agradable, como se muestra en la figura 51.



**Figura 50:** Lámina del material tras secado en horno. A) Lámina doblada en dos partes que evidencia el grado de dobléz máximo que se puede lograr. B) Lámina doblada a la mitad, mostrando la flexibilidad del material. Autoría propia.



**Figura 51:** Lámina del material con una luz directa debajo, se aprecian los cristales de sal y una mezcla de colores que se asemejan al sol. Autoría propia.

### 3.5. Preparación de la mezcla

Dentro de los pasos desarrollados para obtener el material, se consideran tecnologías alternas (más convencionales y de fácil acceso) como cocinar a fuego la premezcla en lugar de hacerlo en el horno microondas, pretendiendo que este no sea un determinante para producir el material, ambos procesos funcionan de manera adecuada y no se altera el resultado final de la mezcla.

El material final en presentación laminar se muestra en figura 49 presentada en el ítem anterior. De esta lámina, es importante anotar que después del horneado final la consistencia de la lámina es rígida, dado que el calor endurece la mezcla, sin embargo, es importante el reposo de esta para que pueda absorber humedad del ambiente y obtener su característica flexible.

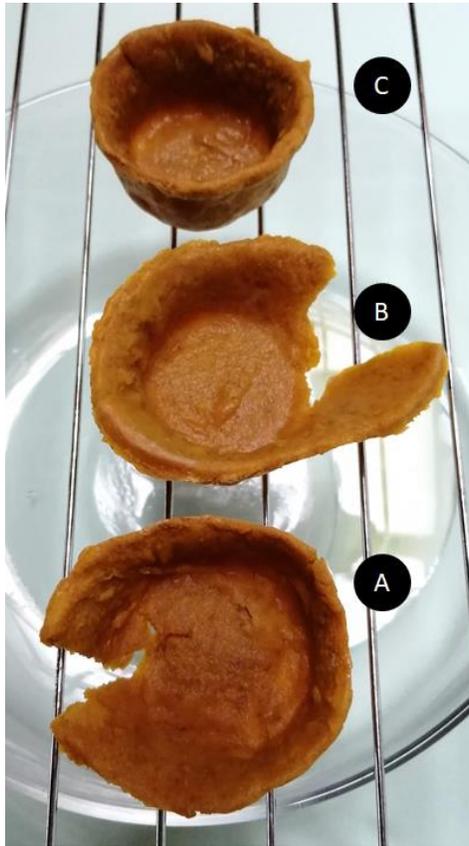
### 3.6. Caracterización del material

#### 3.6.1 Pruebas de resistencia a la humedad

Las tres probetas absorben el agua y permiten la filtración de la misma en tiempos diferentes, siendo la probeta A, la más afectada en cuanto a la estructura de la forma. Además de ser la primera en comenzar a filtrar el agua y por ende la probeta que mas rapido se vacea. Esto demuestra que la mezcla tiene una baja resistencia al contacto con agua caliente. En el caso de la probeta B tambien se presentaron daños en la estructura formal de la probeta, sin embargo el tiempo de contención del liquido fue un poco mayor con respecto a la anterior. (presentaron una diferencia de 5 minutos en el tiempo en que comienzan a filtrar el agua). La probeta C soportó 15 minutos más que la probeta B en comenzar a fitrar el agua y no presentó daños en la estructura fisica. Los resultados de esta prueba se muestran en la figura. Ninguna de las probetas desarrolló hongos, el nivel de absorción del agua y el daño sufrido a nivel exstructural, se muestran en la tabla 21.

**Tabla 21:** Herramienta de registro de resultados de la resistencia a la humedad. Autoría propia.

Prueba humedad						
Codigo	Temperatura	A cuánto tiempo empezó a filtrar?	A cuánto tiempo se vació?	Absorción de agua (A,M,B)	Estructura (Cuánto se afectó?)	Hongos
ÑameX 1.A	24°C	20min	5min	Media	3	No
ÑameX 1.B	60°C	15min	3min	Media	3	No
ÑameX 1.C	10°	35min	6min	Media	3	No



**Figura 52:** Probetas expuestas al contacto directo con el agua. A) probeta con agua caliente (60°C). B) probeta con agua a temperatura ambiente (24°C). C) probeta con agua fría (0°C).Autoría propia.

### 3.6.2 Pruebas de resistencia a la abrasión

Las probetas fueron lavadas con agua (a 20°C) y jabón de losa. Este proceso generó que las probetas absorbieran agua y se pusieran blandas generando pequeños daños en su estructura. Después de la cuarta lavada se rasgó tal como se ve en la figura 53.

**Tabla 22:** Herramienta de registro de resultados de la prueba a la abrasión. Autoría propia.

Pruebas de degradación						
Contexto	Codigo	Nivel de exposición al agua	Absorción de agua	Nivel de exposición al sol	Estructura (¿Cuánto se afectó?)	Hongos
Intemperie	ÑameX	Bajo	Bajo	Alto	0	No



**Figura 53:** Probeta sometida a lavados con agua, esponja y jabón líquido. Autoría propia.

### 3.6.3 Pruebas de degradación

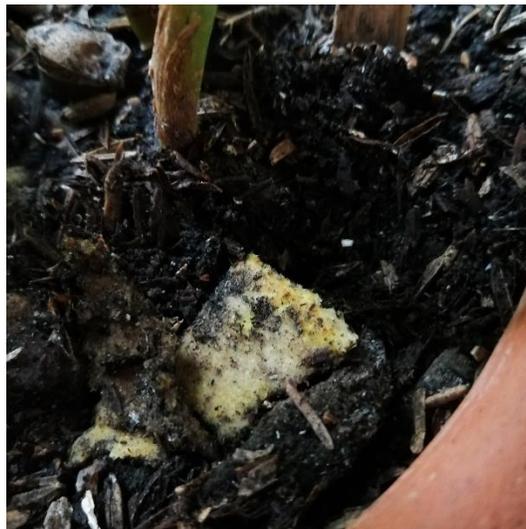
La probeta que fue expuesta a la degradación sobre una superficie inorgánica, no sufrió daños aparentes en su estructura, no desarrolló hongos ni cambió de color. Por otro lado la probeta que fue expuesta a la degradación en una superficie orgánica, se volvió blanda, desarrolló hongos y pasadas dos semanas se degradó por completo.

**Tabla 23:** Herramienta de registro de resultados de la prueba a la degradación. Autoría propia.

Prueba Degradación						
Contexto	Código	Nivel de exposición al agua	Absorción de agua	Nivel de exposición al sol	Estructura (Cuánto se afectó?)	Hongos
Intemperie	ÑameX	Bajo	Bajo	Alto	0	No
Contexto	Código	Tiempo de degradación	Hongos			
Degradación (en tierra)	ÑameX	2 semanas	si			



**Figura 54:** Probeta A expuesta a la degradación sobre superficie inorgánica. Autoría propia.



**Figura 55:** Probeta B expuesta a la degradación en superficie orgánica (tierra). Autoría propia.

### 3.7. Desarrollo de formas

#### 3.7.1 Formas para contener

La forma realizada para contener (a su vez cargar o soportar) fue desarrollada en base a los soportes de vasos de café para llevar (comúnmente desarrollados en cartón). Si bien en la figura 56 se muestra que cumple su función, de manera ejemplificada, el resultado no fue sobresaliente dado que el material no soporta el peso de elementos como vasos de café, frutas (manzana y banano). Esto ocurre dado que la geometría tiene puntos donde los cortes dejan muy poco espacio entre borde y borde, y esto ocasiona fracturas en la estructura de la forma.



**Figura 56:** Forma para cargar un objeto, sea para su transporte o parte de su empaque. Autoría propia.

### 3.7.2 Forma de encaje

La forma realizada, tuvo un comportamiento sobresaliente sobre lo esperado, puesto que permite generar diferentes formas cuando se entrelazan los módulos, como se observa en la figura 57, donde A muestra que la forma de encaje cuando los cabezales quedan al interior de la unión es circular, lo cual forma una superficie cilíndrica, mientras que B con los cabezales hacia el exterior tiende a formar una geometría con vértices.



**Figura 57:** Forma de encaje. A) encaje cerrado con cabezales al interior. B) encaje cerrado con cabezales al exterior.  
Autoría propia.

Los módulos se encajan entre sí de forma fácil, sin embargo, no se aseguran, por lo que cada módulo puede soltarse de la cadena con facilidad, por lo cual no es un encaje seguro con la geometría propuesta.



**Figura 58:** Forma de encaje. A) Encaje en línea con cabezales al exterior. B) Encaje en línea con cabezales al interior.  
Autoría propia.

### 3.7.3 Forma en redes

La primera red desarrollada consistió en una geometría simple donde su enlace también lo era, sin embargo, la red no mantenía la conexión entre los módulos cuando se manipulaban haciéndola fácil de soltar. La forma se mantuvo durante el horneado sin mayores transformaciones (como curvaturas inesperadas, inflamamiento de las piezas o grietas en el material).

En la figura 59 Se evidencia este resultado, donde A muestra el ensamble con los círculos (cabezales) hacia afuera del tejido, contrario a lo que se observa en B. Con esta configuración de entretejer los módulos, la función de B al momento de cerrar el tejido (como formando una superficie cilíndrica) es dar una curva perfecta mientras que, si se hace lo mismo con A, los cabezales se inclinan hacia el exterior.



**Figura 59:** Red entretejida en zigzag. A) ensamble con los círculos (cabezales) hacia afuera del tejido. B) ensamble con los círculos (cabezales) hacia dentro del tejido. Autoría propia.

Esta primera geometría fue tomada del desarrollo de telas metálicas de Malgorzata Mozolewska en su proyecto Eye of the light (2018). La función de estas telas es reflejar la luz y al ser metálicas son estructurales, dos características que no se cumplen al replicarse en el material de ñame, no obstante, las posibilidades de aplicación de la red en este material pueden ser variadas y situarse en diferentes contextos, se deja abierta esta incógnita para quien quiera explorarla en siguientes investigaciones.

La segunda red construida, se comportó aceptablemente en el entretejido, este fue más resistente a la manipulación los módulos no se separaban entre sí con facilidad, y al momento del horneado no hubo transformaciones mayores en el material y la forma. Sin embargo, al ser un elemento tan delgado el corte sobre la lámina de material se dificultó puesto que la plantilla no hacía peso suficiente para que la lámina no se moviera durante este proceso.

El tejido se muestra en la figura 60, en la que se puede apreciar un acercamiento de este en B. El momento de entrelazar los módulos se vio beneficiado por la flexibilidad del material, que permitía manejarlo como un hilo sin sufrir desgarros en su estructura.



**Figura 60:** Tejido similar a una cota de malla. A) Configuración general del tejido. B) Detalle del tejido entre cada módulo. Autoría propia.

La geometría de esta red está basada en el desarrollo de Ben E (2019) para la creación de una cota de malla (armadura típica del imperio Romano) de bajo peso en el material EVA. La forma replicada en el material de ñame, cumple con ser de bajo peso, a pesar de esto la estructura que aporta el material es baja en comparación a la de EVA, lo que ocasiona pequeñas deformaciones en el tejido cuando no está sobre una superficie como se observa en la figura 61.



**Figura 61:** Deformaciones en el tejido al no tener una superficie de apoyo. Autoría propia.

### 3.8. Desarrollo de lámpara

En la búsqueda de una funcionalización del material, se desarrollaron diversas formas en papel que fueron reproducidas sobre el material para analizar su comportamiento. Estas formas debían ser simples, construidas desde una geometría rigurosa y además ser autoportantes (refiriéndose a la capacidad de la forma de estructurarse mediante cortes, pestañas y/o pliegues) de esta exploración morfológica, se obtuvieron resultados formales como los que se pueden observar en la figura 62, donde la forma se estructura a partir de cortes y ensambles de pestaña.



**Figura 62:** Formas aplicadas del papel al material. Autoría propia.

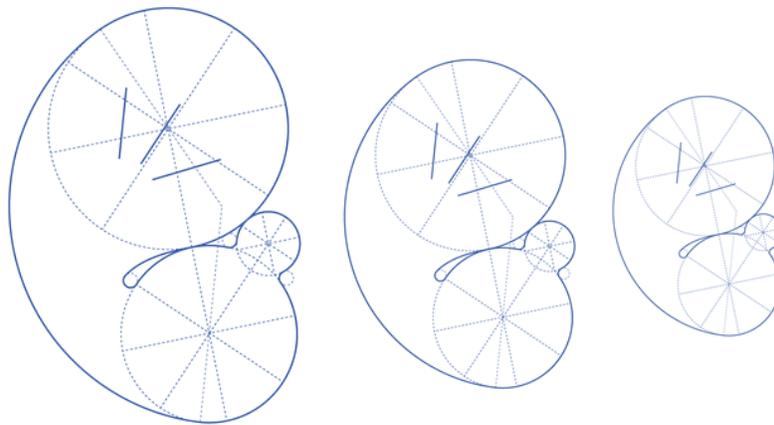
A su vez la figura 63, muestra que los diferentes cortes realizados siguiendo la curvatura de la geometría principal posibilitan diferentes configuraciones de la forma, de este modo en una sola forma se obtienen varias posibilidades y materialidades. Es gracias a esto que desde el diseño se aborda la forma como posible pantalla para una lámpara, además en el camino de transformación y refinamiento de la geometría se da vida a nuevos objetos relacionados con la luz (tanto artificial como natural).



**Figura 63:** Configuración de la forma mediante encaje de pestañe en diferentes cortes sobre la superficie. Autoría propia.

Ahora bien, la pantalla de la lámpara ocupa el objeto principal de desarrollo formal. De aquí que la forma pueda ser escalada (como se ve en la figura 64) y reproducida en otros objetos complementarios (como si estos conformaran una familia o simplemente como materialidades aisladas, sin embargo, la intención de esta funcionalización es el desarrollo de una familia de objetos).

Para la pantalla de lámpara se pensó en una geometría simple de tal manera que esta pudiera adaptarse a diversas lámparas, no obstante, la forma mostró que el espacio libre que queda al cerrarla por donde pasa el cable de la lámpara o su estructura (en material blando o rígido) es apto para formas delgadas como un cordón y lámparas de construcción simple tipo porta lámpara colgante como el que se muestra en la figura 65.



**Figura 64:** Dibujo Geométrico de la forma, donde las líneas punteadas representan las líneas de construcción y se ve la reproducción de la forma escalando las medidas originales. Autoría propia.



**Figura 65:** Portalámparas colgante. Autoría: lacasadelalampara.com

Usando este tipo de portalámpara y agregando anilina vegetal en color negro (0,7 gramos) a la mezcla del material para dar un acabado estético en el color (de este modo logramos que la pantalla y el portalámparas se combinaran ópticamente para que la forma resaltara con la luz del bombillo) final del material, teniendo en cuenta que en pasadas experimentaciones se comprobó la buena capacidad de pigmentación del material. El resultado de la lámpara final fue satisfactorio al momento de ver el objeto conformado, como se muestra en la figura 66, sin embargo, es un trabajo riguroso que requiere soluciones en la geometría de la forma para tener transiciones suaves y continuas.



**Figura 66:** Lámpara Áureo, pieza principal de la familia de objetos Áureo. Autoría propia.

La lámpara Áureo es resultado entonces, de un proceso de investigación, diseño y rigurosidad en búsqueda de posibles soluciones y alternativas desde los materiales biodegradables y comestibles para ocupar el espacio doméstico; personalizando y adornando el entorno personal desde el conocimiento compartido y procesos como el DIY (por sus siglas en inglés, Do It Yourself). El proyecto Áureo tomó por sorpresa la investigación, canalizó y exteriorizó la calma en medio de la tormenta, además de la lámpara se desarrollaron dos objetos (se muestran en la figura 67) que complementan la razón de la forma, la tranquilidad y sinuosidad de las curvas y la geometría.



**Figura 67:** Objetos Áureo para interactuar con la luz natural. A) Candelabro Áureo, de base para vela larga y delgada. B) Apagavelas Áureo. Autoría propia.

El método de construcción de la pantalla de la lámpara y por ende de los demás objetos es simple, fácil de desarrollar en casa, con herramientas de fácil acceso y procesos de transformación con alternativas. La lámpara no tiene la misma forma en todos sus ángulos, lo cual hace que la luz pueda graduarse, dirigirse y tener una intencionalidad, como se observa en la secuencia de la figura 68.



**Figura 68:** Diferentes ángulos de la lámpara Áureo. Autoría propia.

Además del sistema de objetos Áureo, se desarrolló la imagen gráfica del proyecto presentada en un manual de marca sencillo como se puede ver en la figura 69 que consta de: un logotipo y abreviación de ese para miniaturas, fotos de perfil, entre otros usos; paleta de color y sus respectivos códigos, sistema de símbolos para categorizar la forma y los momentos del proyecto (fila inferior de la figura).

Esta imagen gráfica fue pensada para articular el proceso investigativo al desarrollo de un producto, en este caso a Áureo, y presentar de forma ordenada y consisa cada parte del proyecto.

# áu reo

á

á

á

á

á



#efa921



#2d5d5b



#5b4b52



#dd4e2d



#534495



#1d1d1b



#f7ecb9



Comer



Contener



Encajar



Extruir



Tejer



La tierra



La cocina



Los objetos

## 4. Conclusiones

### 4.1. Caracterización del alimento base

La búsqueda y recopilación de la información sobre el ñame, para el desarrollo del infográfico dejó entrever que es un alimento de producción local con una alta demanda en el mercado nacional y mundial, sin embargo, al ser un producto de exportación los estándares de tamaño, peso y color son rigurosos creando un desperdicio en las cosechas del 15% aproximadamente, con lo cual se presenta la posibilidad de usar esta brecha para la fabricación de nuevos materiales a base de este alimento. Además de la pérdida en la cosecha, el ñame es un buen candidato si se observa desde sus componentes químicos con altos porcentajes de almidón en su estado seco y carbohidratos en su estado fresco.

La infografía resume los datos relevantes para esta investigación que sustentan el porqué de su uso y dan a conocer características importantes como su tamaño y peso, puesto que, el producto que se adquiere en el mercado es de gran tamaño y posibilita el desarrollo de altas cantidades de material (en estado de masa para laminar) con un solo ñame, esto beneficia la economía del proyecto y pretende que pueda ser desarrollado por otras personas a un bajo costo.

### 4.2. Exploración aditivos

#### 4.2.1 Fase A

Las probetas realizadas durante la exploración A.1 no obtuvieron un resultado óptimo, porque su estructura es muy frágil y la mezcla no tiene la consistencia adecuada para fabricar objetos tridimensionales. Esto se debe a que, en las probetas donde el alimento base estaba en harina, se obtenían mayores fracturas en su estructura, dado que la hidratación de la mezcla no era la suficiente, pues los demás aditivos también eran productos secos y si bien se agrega agua para homogenizar, la mezcla no resiste a altas exposiciones al calor directo, como se hizo con el horno.

En la etapa A.2 se experimenta con los mismos aglutinantes, pero con el alimento base en estado fresco, pretendiendo que la mezcla tenga una mejor resistencia al calor del horno. Si bien el resultado de esta etapa fue más alentador que la anterior, se determinó que la mezcla requería de un secado en horno puesto que las expuestas al ambiente con un secado lento, tuvieron formación de hongos al poco tiempo de iniciar el secado. Esto compró que, la mezcla tenía suficiente humedad para ser llevada al horno, pero no para dejarse secar al aire libre.

Por otro lado, la exploración llevada a cabo en la etapa A.3 arrojó que, la mezcla funciona mejor si el alimento base, es decir, el ñame está fresco y que si se combinaban dos aglutinantes como lo fueron las semillas de chía y la fécula de maíz, mejoraba la resistencia y la estructura del material, tanto así que podía conformarse de manera tridimensional por medio de un molde y contra molde.

#### 4.2.2 Fase B

En esta fase, no se obtuvieron hallazgos relevantes sobre la composición y estructura del material, sin embargo, se comprobó que la mezcla tiene una buena respuesta frente a los colorantes, es decir, que esta se puede teñir con anilinas vegetales para obtener resultados más llamativos. De aquí que se sigan explorando posibilidades de color sobre las mezclas futuras.

#### *4.2.3 Fase C*

Gracias a la investigación colaborativa, se remplazaron las semillas de chía por Goma Xantana debido a los resultados obtenidos en la investigación de Felipe Montoya Cadavid sobre materiales comestibles a base de plátano (este tema se desarrolla en el siguiente capítulo). Con este cambio en los aditivos, la mezcla se vuelve maleable, tipo masa, se deja conformar en una lámina y de ahí llevarse a objetos simples como contenedores.

La función principal de la Goma Xantana en la mezcla es emulsionante y homogeneizadora, donde se requiere de una cocción previa para activar sus características esto permite que la investigación avance en temas estructurales puesto que también aporta rigidez al resultado final.

#### *4.2.4 Fase D*

En la búsqueda de una funcionalidad para el material, mejorar su apariencia estética y aportarle nuevas cualidades (de sabor y olor), se encuentra que si bien la mezcla puede pigmentarse por medio de pigmentos naturales como lo es la remolacha y la cúrcuma, la función de sabor y aroma se pierde después del horneado final; lo que indica que el resultado es un material donde el olor y el sabor tienen una percepción muy baja al gusto humano, esto posibilita el uso de este material en contextos donde sea importante tener un olor neutro.

El resultado más relevante para la investigación sucede en esta fase, puesto que inesperadamente la unión entre la cúrcuma y la sal otorgaron características flexibles al material redireccionando el proyecto hacia una funcionalización más amplia y con mayores posibilidades geométricas y constructivas. La flexibilidad, fue una característica considerada desde el primer momento, incluso antes de la exploración, sin embargo, los aditivos que podrían haber funcionado para obtener esta característica provenían de animales (glicerina y gelatina) o su precio era elevado y difícil de conseguir en Colombia (por ejemplo, la goma de agar agar) esto hacía que el proyecto no cumpliera con un ideal mayor a la flexibilidad, no tener productos animales y poder ser de fácil adquisición.

#### *4.2.5 Fase E*

Para perfeccionar la mezcla y su receta, fue necesario otra fase experimental. En esta se buscó simplificar la cantidad de ingredientes y procesos para su realización, pasos que llevaron a dejar la Goma Xantana, la sal y la cúrcuma como únicos aditivos, en esta fase se comprobó que la flexibilidad del material era dada por la mezcla de sal y cúrcuma en una relación 1:1 puesto que las probetas con solo sal o solo cúrcuma no tuvieron resultados flexibles después del horneado final.

Estos resultados evidenciaron que, la flexibilidad del material no solo se debía a la composición de los aditivos, sino también, a que la sal es susceptible a la humedad del ambiente por lo que en un lugar húmedo el material mantendrá sus propiedades flexibles mientras que un ambiente más seco el material perderá poco a poco su flexibilidad.

#### *4.2.6 Valoración de las mezclas según características deseadas*

El proceso de valoración de las mezclas a partir de tablas de ponderación según las características deseadas, facilitó la selección y refinamiento del material final, puesto que permitían calificar cada probeta realizada para comparar a donde se quería llegar y realmente a donde se estaba llegando. Esto se desarrolló en cada fase, evaluando y analizando cada resultado paralelo unos a otros.

Para esta calificación se tuvieron dos conjuntos de características una donde el material era: flexible, opaco, liso, liviano, sin sabor, sin olor y un segundo conjunto donde era opaco, duro, liso, liviano, sin olor, sin sabor. Esta separación en conjuntos, tuvo una conotación positiva y negativa en la toma de decisiones puesto que en ambos se hallaban mezclas que cumplieran con un valor superior las características, por lo cual al momento de decidir cual era la mezcla que mejor funcionaba para el proyecto se optó por continuar con el primer conjunto dado que era el inicial.

La mezcla con código Ñame-Gxan-Micro-Hor-2Sal, obtuvo entonces el mayor resultado en flexibilidad y en el total de calificación, por esto se eligió como favorita para el desarrollo del proyecto, además que, facilitaba la construcción de objetos que pudieran armarse por uniones simples y fuera una geometría autoportante. Sin embargo se determinó que usando goma xantana en la cantidad máxima comestible, la mezcla es muy densa y al secarse en el horno hace que su textura sea difícil de masticar puesto que es muy chiclosa y dura de procesar.

#### *4.3. Exploración de la forma*

##### *4.3.1 Formas comestibles*

La forma del canapé es práctica para servir pequeñas porciones de comida y puede ser ingerido siempre y cuando sus dimensiones sean menores a 7 cm de largo x 2.5 cm de ancho y su calibre sea menor a 2mm. Se pueden agregar colores sabores y texturas a las formas, sin embargo después de ser horneada la mezcla, el sabor y aroma se pierden. El color y las texturas se mantienen. Este material permite el desarrollo de formas comestibles simples y complejas las cuales tienen un mejor resultado cuando se elaboran con moldes pues esto permite controlar su forma y calibre.

##### *4.3.2 Formas extruidas*

Si bien la masa permite la elaboración de formas por extrusión, la densidad del material hace de este un proceso complejo el cual da como resultado formas irregulares y poco limpias estéticamente hablando. Por tal motivo se sugiere trabajar con el material en formato laminar para posteriormente elaborar figuras en 3D.

##### *4.3.3 Formas de encajes*

El material permite realizar abstracciones en la forma para elaborar encajes. Cuando estos se hacen en la masa cruda, pueden sufrir deformaciones después del horneado lo cual puede dificultar posteriormente el encaje entre las diferentes piezas. Si bien los encajes son viables y llamativos a nivel estético, estructuralmente no tienen una resistencia ideal para soportar cargas.

##### *4.3.4 Formas en redes*

Es posible realizar diferentes tipos de redes con el material en formato laminar. Algunas de ellas son, redes con tiras de 1cm sobrepuestas en dirección vertical y horizontal, tiras de 2cm entretrejidas, círculos traslapados, círculos eslabonados con sustracción en el centro.

Siendo que las redes con círculos traslapados fue la mas resistente a nivel estructural y la red de círculos eslabonados es la mas fagil además de presentar deformaciones después del horneado. Este resultado indica que que es preferible trabajar con formas de un área mayor para evitar deformaciones y fracturas en el mismo.

#### *4.3.5 Formas para contener*

Pueden contener pequeñas cantidades de alimentos secos o húmedos. No sufren grandes deformaciones con el horneado, y tienen una buena apariencia estética cuando se elaboran partiendo del material en formato laminar. Estas formas no son ideales para contener líquidos ya que estos debilitan su estructura y generan filtraciones.

#### 4.4. Material

En la mezcla desarrollada, los diferentes aditivos se comportan de la siguiente manera: la sal marina en conjunto con la cúrcuma aporta flexibilidad dado que mantienen en equilibrio la humedad que le aporta el ambiente al material, haciendo que este adquiera dicha cualidad; mientras que la goma xantana proporciona resistencia, elasticidad en la mezcla para poder amasarla y laminarla con facilidad para conformar objetos tridimensionales.

Si bien el material está desarrollado con alimentos, no se recomienda su ingesta debido a los altos contenidos de sodio que le aporta la sal, además su textura no es agradable al masticar y puede dificultarse por su contextura gomosa. Sin embargo, es un material biodegradable que se asemeja al cuero, siendo este más resistente y con mayor durabilidad en el tiempo que el material a base de ñame.

La ejecución de la mezcla permite adaptar utensilios de cocina y técnicas de cocción a los recursos disponibles en el espacio de cada individuo, de esta manera, el horno microondas se puede reemplazar por una cocción a fuego bajo revolviendo constantemente esto para activar la goma xantana y obtener la consistencia de masa, y la cocción final en horno puede ejecutarse sobre la estufa en un sartén o plancha a fuego bajo durante varias horas para que no se quemé la lámina. Y así cada paso puede adaptarse a los elementos y tecnologías disponibles según el contexto.

#### 4.5. Preparación de la mezcla

La mezcla se puede elaborar perfectamente en un ambiente doméstico puesto que los utensilios y materiales necesarios para dicho proceso, son accesibles. El material debe reposar necesariamente después de salir del horno para poder ser manipulado sin riesgo de rajarlo. Este resultado nos indica que el material se ve condicionado por las características del ambiente, por lo tanto se debe comprobar su característica flexible antes de comenzar a manipularlo para evitar daños en el mismo.

#### 4.6. Caracterización del material

#### *4.6.1 Pruebas de resistencia a la humedad*

Para un mejor comportamiento del material a nivel estructural se debe evitar el contacto con líquidos, principalmente calientes puesto que hay filtración de agua al poco tiempo, esto determinó que el contexto de uso del material debía de ser en un espacio seco o bien en contacto con alimentos secos para alargar la vida del material, evitando de esta manera excesos de humedad que puedan llevar a la formación de hongos.

Este resultado también nos indica que, por medio del agua se puede acelerar la degradación del material y tener una mejor disposición final de los objetos construidos con él.

#### *4.6.2 Pruebas de resistencia a la abrasión*

Si bien el material resistió un par de lavadas antes de presentar cambios importantes en su estructura, su relación con el agua y agentes abrasivos como la esponja siguen siendo críticos, pues la absorción de agua es alta lo cual debilita el material y al momento de efectuar el lavado estregando sobre la superficie se destruye poco a poco las fibras y la integridad de la probeta.

Este resultado indica que, el material requiere ambiente con baja humedad, sin contacto directo con el agua u otros líquidos. Por ende, su limpieza debe de hacerse con elementos secos y suaves que no rasguen el material, es decir, con trapos de algodón en vez de esponjas plásticas o metálicas.

#### *4.6.3 Pruebas de degradación*

La degradación en suelo orgánico en este caso tierra negra, con abundante humedad y riego de agua, hace que el ambiente sea el óptimo para la pronta degradación del material, caso contrario a la degradación sobre una superficie inorgánica con baja humedad. Esto confirma entonces que la relación agua – material es positiva en el campo de la disposición final pero no durante su uso puesto que acelera el proceso degradativo.

### **4.7. Desarrollo de formas**

Partiendo de una geometría simple pero rigurosa, se desarrolló una forma base la cual mediante pestañas/pliegues, permite la configuración de diferentes formas; las cuales tienen diferentes aplicaciones entre las que se encuentran una pantalla para lámparas, un candelabro y un apagavelas. Siendo que este material se puede trabajar en formato laminar, tiene gran cantidad de posibilidades en cuanto a la configuración formal que se le puede dar.

#### *4.7.1 Formas para contener*

Esta forma no permite contener elementos pesados ya que su geometría tiene una alta tendencia a rasgarse en los puntos en los que se realizaron los cortes para soportarla. Ya que las fallas presentadas en esta forma son debidas a su geometría, se puede continuar mejorando la misma para obtener un mejor resultado.

#### *4.7.2 Formas de encajes*

La forma base permite diferentes configuraciones de formas, sin embargo, el su encaje no es lo suficientemente seguro por lo cual puede soltarse fácilmente. Este resultado nos muestra que las geometrías influyen directamente en el buen funcionamiento de los encajes como sistema. La posibilidad de encajar una pieza con otra aumenta las aplicaciones que puede tener el material.

#### 4.7.3 Formas en redes

El material permite elaborar módulos con los cuales se pueden crear redes con diferentes configuraciones. La red de la figura x tiene más estructura con respecto a la figura S. Pero a su vez la figura S permite una mejor manipulación del material puesto que es más flexible y esto disminuye el riesgo de rajaduras. Mientras más delgada sea la forma base de la red, más se dificulta el corte de la misma.

#### 4.8. Desarrollo de lámpara

Se observa claramente que el material permite el desarrollo de formas autoportantes en cuanto a la forma de estructurarse (mediante cortes y pestañas), siento que dependiendo de la altura en la que se realice el corte, la forma se ve alterada lo cual da nuevas y diferentes aplicaciones posibles. En este caso puntual la forma desarrollada dio como resultado una pantalla para una lámpara que permite colocarla de diferentes formas con el fin de dirigir la luz.

Esta pantalla funciona correctamente, sin embargo es necesario realizar ajustes formales para tener un resultado mucho más satisfactorio. La ventaja de esta forma es que puede ser desarrollada en casa y permite la exploración de nuevas formas utilizando la misma base.

## Agradecimientos

## Recomendaciones

1. Es fundamental pre calentar la masa para activar la goma xantana, sino su comportamiento no es el mismo.
2. Es mas rapido calentar la mezcla en el micro ondas que en una olla.
3. Es importante revolver la mezcla varias veces despues de llevarla al micro ondas.
4. El instrumento mas apropiado para estirar la mezcla es un rodillo para pan (debe estar cubierto de harina para evitar que la mezcla se adhiera a el.
5. La mezcla se puede pigmentar con alimentos como la remolacha, sin embargo la anilina vegetal le da un color mucho más llamativo.
6. Las laminas de ñame pueden ser cortas tanto estando crudas o cocidas. Se recomienda hacer las intervenciones (cortes) despues de la cocción para evitar deformaciones.
7. Pese a que la forma es flexible y resistente, se sugiere no trabajar con laminas mayores a 15cm x 15cm puesto que a mayor tamaño, mayor es la posibilidad de que estas sufran daños en su estructura.

## Referencias

- Arias, M. & Miranda, R (2017) Evaluación de costos de la producción de harina a partir de la hoja de ñame (*dioscorea rotundata*) cultivado en el Departamento de Sucre.
- Buriel, D. T. B. (2016, 14 octubre). Aplicando un código de conducta profesional. Recuperado de <https://www.torresburriel.com/weblog/2017/04/18/la-etica-en-el-diseno>
- E, Ben. (2019, 23 mayo). EVA foam scale maile chainmail by BenE. Thingiverse. Recuperado de <https://www.thingiverse.com/thing:3649089>
- Enrique Leff, «La Complejidad Ambiental», Polis [En línea], 16 | 2007, Publicado el 31 julio 2012, Recuperado de: <http://journals.openedition.org/polis/4605>
- Flórez, L. & Torres, L. (2018). Desarrollo de un producto derivado del ñame espinoso, cultivado en fincas vinculadas con la asociación ASOREAGRO en Mingueo, La Guajira.
- García, C. G. M. Carlos, Dussán, S. D. S. Saul, & Gutiérrez, N. G. G. Nelson. (2012, junio). Uso de horno microondas en la determinación de contenido de humedad: yuca, ñame y plátano. recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n1/v10n1a08.pdf>
- González Vega, M. (2012). El Ñame (*Dioscorea* spp.). Características, usos y valor medicinal. Aspectos de importancia en el desarrollo de su cultivo. Cultivos Tropicales, 33(4), 05-15. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362012000400001&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362012000400001&lng=es&tlng=es).
- Hata, Y; et al. (2003). Evaluación del contenido de sapogeninas en variedades nativas de ñame (*Dioscorea* spp.), provenientes de la colección de la Universidad de Córdoba. Revista Colombiana de Ciencia Química Farmacéutica, 32 (2), 149-157.
- Leyva, L. (2019). *Ñame Salvaje (Silvestre): Propiedades, Para qué sirve, Contraindicaciones*. Tuberculos.org. Recuperado de: <https://www.tuberculos.org/name/salvaje-silvestre/>
- Material Driven. (2018, 17 octubre). «Eye of the light» by Malgorzata Mozolewska: Shifting the perception of metal and ornament. <https://www.materialdriven.com/blog/2016/9/15/eye-of-the-light-by-malgorzata-mozolewska-shifting-the-perception-of-metal-and-ornament>
- MEIRA CARTEA, PABLO ÁNGEL (2006). Crisis ambiental y globalización: Una lectura para educadores ambientales en un mundo insostenible. Trayectorias, VIII (20-21), 110-123. ISSN: 2007-1205. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60715248011>
- Nguyen, A. N. Andrea. (s.f.). métodos de cocción: cocción al vapor. Recuperado de <https://gastronomiaycia.republica.com/2008/05/07/metodos-de-coccion-coccion-al-vapor/>
- Panesso, F. (2009). EL CONSUMO DE LA IDEOLOGÍA CONSUMISTA. Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas Universidad de Nariño, x (1), 63–70.

- Parlamento Europeo, & Thunberg, G. (2019, 16 abril). Greta Thunberg urge a los eurodiputados a 'entrar en pánico como si la casa estuviera en llamas' [Archivo de vídeo]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=14w8WC1I3S4>
- Pennachin, M. (2019). Estudiante brasileña crea una pajita biodegradable y comestible a base de ñame. Ecolinventos. Recuperado de: <https://ecoinventos.com/estudiante-brasilena-crea-pajita-biodegradable/#more-66112>
- Real academia de la lengua española, R. A. E. (s.f.). definición de moler. Recuperado de <https://dle.rae.es/?id=PZ1haAy>
- Reissing, P. (2019). red latinoamericana de diseño de alimentos. Lafooddesign.org. Recuperado de <https://www.lafooddesign.org>
- Ricard, A. (1998) Diseño ¿por qué? Barcelona: Ariel.
- Reina, Y. (2012). *El cultivo de ñame en el Caribe colombiano*. Banco de la República-Economía Regional.
- Spratt, D., & Dunlop, I. (2019). Riesgo de seguridad relacionado con el clima existencial: análisis de un escenario hipotético. Melbourne, Australia: Breakthrough National Center for Climate Restoration. Recuperado de: [https://docs.wixstatic.com/ugd/148cb0\\_67093224c05a4a799ea90f20de7c0fe7.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/148cb0_67093224c05a4a799ea90f20de7c0fe7.pdf)
- Schellhuber, H.J. (2018). "Foreword", in Spratt, D., and Dunlop, I. 2018, op. cit, 3.
- Sempere, J. (2009). Mejor con menos. Necesidades, explosión consumista y crisis ecológica. Barcelona: Nomba.
- Socas González, M. A (2018). Contaminación por residuos: islas de Plástico. Recuperado de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/13438/CONTAMINACION%20POR%20RESIDUOSISLAS%20DE%20PLASTICO.pdf?sequence=1>
- SUBIAS, S. N. (2005). Las prácticas de alimentación: cocina y arqueología. En Arqueología y género (pp. 159-175). Servicio de Publicaciones.
- Tejeda, L; et al. (2007). Aprovechamiento del ñame espino (dioscórea rotundata) en la producción de bioplásticos. *Prospectiva*, 6 (1), 68-74.
- Vargas-Aguilar, P., & Hernández-Villalobos, D. (2013). Harinas y almidones de yuca, ñame, camote y ñampí: propiedades funcionales y posibles aplicaciones en la industria alimentaria. *Revista Tecnología En Marcha*, 26(1), pág. 37-45. <https://doi.org/10.18845/tm.v26i1.1120>
- Vidal, C; (2010). El ñame espino (Dioscórea rotundata Poir): una opción en la producción de jarabes edulcorantes intermedios para la industria alimentaria. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 1 (2), 19-28.

Wong, W. (2008). Fundamentos del diseño (0 ed.). Editorial Gustavo Gili.

World Economic Forum, & Thunberg, G. (2019, 25 enero). Greta Thunberg: Our House Is on Fire! [Archivo de vídeo]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=M7dVF9xylaw>

Who.int. (2021) COVID-19: cronología de la actuación de la OMS. Recuperado de <https://www.who.int/es/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19>

WWF. (s.f.). Cambio Climático. Recuperado de [http://www.wwf.org.co/que\\_hacemos/wwf\\_al\\_clima/?ads\\_cmpid=1376834772](http://www.wwf.org.co/que_hacemos/wwf_al_clima/?ads_cmpid=1376834772)

WWF. (2019, 12 mayo). Los humanos estarían consumiendo el plástico equivalente a una tarjeta. Recuperado de <https://wwf.panda.org/es/?348417/ComiendoPlastico>

WWF. (2018, 3 abril). Glosario ambiental: ¿Qué son los Gases de Efecto Invernadero (GEI)? Recuperado de <http://www.wwf.org.co/?uNewsID=325754>

Kaza, Silpa, Lisa Yao, Perinaz Bhada-Tata, and Frank Van Woerden. 2018. "What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050." Overview booklet. World Bank, Washington, DC. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO.