

# UCUENCA

## Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias de la Hospitalidad

Carrera de Gastronomía

**Técnicas Vanguardistas: Liofilización, Caramelización y Criogenización en hojas de Eucalipto (*Corymbia citriodora*), Malva (*Malva sylvestris*) y Canela (*Cinnamomum verum*)**

Línea de investigación: Producción, servicio e innovación Gastronómica. Creación de productos culinarios


Trabajo de Integración curricular  
previo a la obtención del título de  
Licenciado en Gastronomía

**Autor:**

Jenny Maribel Aucapiña Peralta

**Director:**

Darwin Fabian Sandoval Lozano

ORCID:  0009-0005-2478-9784

**Cuenca, Ecuador**

2025-09-09

## Resumen

Las hojas de eucalipto (*Corymbia citriodora*), malva (*Malva sylvestris*) y canela (*Cinnamomum verum*) no suelen emplearse en la gastronomía contemporánea, sin embargo, poseen propiedades sensoriales, organolépticas y físico-químicas que son importantes de resaltar. En esta investigación se aplicaron procedimientos específicos adaptados a las condiciones de Cuenca - Ecuador, como la modificación en la caramelización a temperaturas controladas y el uso de nitrógeno líquido para la criogenización y liofilización, permitiendo conservar aromas, texturas y sabores característicos. Se realizó un análisis organoléptico para determinar los perfiles sensoriales de las hojas tratadas, destacando que el proceso de liofilización potenció aromas herbáceos intensos, mientras que la caramelización aportó notas tostadas y dulces, ampliando así las posibilidades de uso en distintas propuestas gastronómicas. A partir de estos resultados, se realizaron cuadros de desarrollo gastronómico que sustentan el potencial de incorporación de estas hojas en diferentes tipos de platos. La investigación concluye que las técnicas aplicadas mejoran la conservación y potencializan las propiedades organolépticas, en línea con la tendencia de incorporación de ingredientes naturales y sostenibles en la gastronomía moderna. Este estudio contribuye a la creciente integración de procesos tecnológicos en la producción de insumos culinarios, la innovación y la sostenibilidad en la gastronomía.

*Palabras clave:* liofilización, caramelización, criogenización



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

### Abstract

The eucalyptus leaves (*Corymbia citriodora*), mallow (*Malva sylvestris*) and cinnamon (*Cinnamomum verum*) are not recognized in contemporary gastronomy, however, they have sensory, organoleptic and physicochemical properties that are important to highlight. The experimental process included specific procedures adapted to the conditions of Cuenca - Ecuador, such as the modification of caramelization at controlled temperatures and the use of liquid nitrogen for cryogenics and freeze-drying, allowing the preservation of characteristic aromas, textures and flavors. An organoleptic analysis was carried out to determine the sensory profiles of the treated leaves, highlighting that the freeze-drying process enhanced intense herbaceous aromas, while caramelization provided toasted and sweet notes, thus expanding the possibilities of use in different gastronomic proposals. Based on these results, gastronomic development charts were made that support the potential for incorporating these leaves into different types of dishes. The research shows that the techniques applied improve conservation and enhance organoleptic properties, in line with the trend of incorporating natural and sustainable ingredients in modern gastronomy. This study contributes to the growing integration of technological processes in the production of culinary inputs, innovation and sustainability in gastronomy.

*Keywords:* freeze-drying, caramelization, cryogenics



**The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.**

**Institutional Repository:** <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

## Certificado de Precisión FCH-LicGas-505

Yo, Guido E Abad, certifico que soy traductor de español a inglés, designado por la Facultad de Ciencias de la Hospitalidad, que he traducido el presente documento, y que, al mejor de mi conocimiento, habilidad y creencia, esta traducción es una traducción verdadera, precisa y completa del documento original en español que se me proporcionó.



---

guido.abad@ucuenca.edu.ec

Santa Ana de los Ríos de Cuenca, 13 de junio de 2025

Elaborado por: GEAV

Abstract en .pdf y .docx enviado a correo institucional de director/a de trabajo de titulación/UIC y/o autor/es.

## Índice de contenido

Resumen	2
Abstract	3
Índice de contenido	5
Índice de figuras	7
Índice de tablas	8
Índice de anexos	10
Dedicatorias	14
Agradecimientos	15
Capítulo 1. Fundamentos de la Cocina contemporánea: Liofilización, Caramelización y Criogenización	16
1.1 Evolución de la cocina contemporánea	16
1.2 Tecnología y Ciencia en la Transformación de Ingredientes Culinarios	19
1.3 Impacto de las Técnicas Innovadoras en la Sostenibilidad	20
1.4 Técnicas Vanguardistas	21
1.4.1 Técnica de Liofilización	22
1.4.2 Técnica de Caramelización	23
1.4.3 Técnica de Criogenización	24
1.5 Propiedades físico-químicas y organolépticas de los ingredientes frescos	25
1.5.1	25
1.5.2 Características de la Malva ( <i>Malva sylvestris</i> )	27
1.5.3 Características de la Canela ( <i>Cinnamomum verum</i> )	29
Capítulo 2. Análisis organoléptico de las hojas tratadas	31
2.1 Proceso Experimental: Tratamiento de las hojas	31
2.1.1 Procedimientos detallados para la aplicación de cada técnica.	31
2.1.2 Esquemas de tratamiento específicos para eucalipto, malva y canela.	34
2.2 Análisis del tratamiento de las hojas	37
2.2.1 Criterios para la evaluación organoléptica	37
2.2.2 Análisis organoléptico del Eucalipto ( <i>Corymbia citriodora</i> )	39
2.2.3 Análisis organoléptico de la Malva ( <i>Malva sylvestris</i> )	40
2.2.4 Análisis organoléptico de la Canela ( <i>Cinnamomum verum</i> )	40
Capítulo 3. Viabilidad de aplicaciones gastronómicas incorporando las hojas tratadas	43
3.1 Cuadros de desarrollo gastronómico	43
3.2 Propuestas gastronómicas	45

	6
3.3 Análisis de resultados	46
Referencias	53
Anexos	55

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Compuestos presentes en algunas especies de Eucalipto	26
<b>Figura 2</b> Metabolitos presentes en <i>Malva sylvestris</i>	28
<b>Figura 3</b> Componentes mayoritarios detectados en el AE de <i>C.verum</i> (canela)	29

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Tratamiento específicos para Eucalipto ( <i>Corymbia citriodora</i> ), Malva y Canela. ....	34
<b>Tabla 2</b> Esquema de tratamiento para hojas de Eucalipto ( <i>Corymbia citriodora</i> ) con Técnica de Caramelización + Liofilización.....	34
<b>Tabla 3</b> Esquema de tratamiento para hojas de Malva ( <i>Malva sylvestris</i> ) con Técnica de Caramelización + Liofilización .....	35
<b>Tabla 4</b> Esquema de tratamiento para hojas de Canela ( <i>Cinnamomum verum</i> ) con Técnica de Caramelización + Liofilización.....	35
<b>Tabla 5</b> Esquema de tratamiento para hojas de Eucalipto ( <i>Corymbia citriodora</i> ) con técnica de Caramelización + Criogenización .....	36
<b>Tabla 6</b> Esquema de tratamiento para hojas de Malva ( <i>Malva sylvestris</i> ) con técnica de Caramelización + Criogenización.....	36
<b>Tabla 7</b> Esquema de tratamiento para hojas de Canela ( <i>Cinnamomum verum</i> ) con técnica de Caramelización + Criogenización .....	37
<b>Tabla 8</b> Criterios para evaluación organoléptica con técnica de caramelización + liofilización .....	38
<b>Tabla 9</b> Criterios para evaluación organoléptica con técnica de caramelización + criogenización .....	38
<b>Tabla 10</b> Análisis organoléptico comparativo del Eucalipto ( <i>Corymbia citriodora</i> )	39
<b>Tabla 11</b> Análisis organoléptico comparativo de la Malva ( <i>Malva sylvestris</i> ).....	40
<b>Tabla 12</b> Análisis organoléptico comparativo de la Canela ( <i>Cinnamomum verum</i> )	41
<b>Tabla 13</b> Comparación general de atributos organolépticos según técnica aplicada .....	41
<b>Tabla 14</b> Cuadros de desarrollo gastronómico para Eucalipto ( <i>Corymbia citriodora</i> ) tratado .....	43
<b>Tabla 15</b> Cuadros de desarrollo gastronómico para Malva ( <i>Malva sylvestris</i> ) tratada .....	44
<b>Tabla 16</b> Cuadros de desarrollo gastronómico para la Canela ( <i>Cinnamomum verum</i> ) tratada .....	44

**Tabla 17** Resultados de la encuesta realizada al panel de cata ..... 47

**Tabla 18** Relación entre técnica aplicada y mejor respuesta organoléptica por hoja ..... 51

## Índice de anexos

<b>Anexo A</b> Hojas de Eucalipto ( <i>Corymbia citriodora</i> ) y Malva ( <i>Malva sylvestris</i> ) en deshidratación	55
<b>Anexo B</b> Hojas de Eucalipto ( <i>Corymbia citriodora</i> ) y Canela ( <i>Cinnamomum verum</i> ) en deshidratación	55
<b>Anexo C</b> Hojas de Canela ( <i>Cinnamomum verum</i> ) en deshidratación	56
<b>Anexo D</b> Hojas de Eucalipto ( <i>Corymbia citriodora</i> ), Malva ( <i>Malva sylvestris</i> ) y Canela ( <i>Cinnamomum verum</i> ) previas a horneado	56
<b>Anexo E</b> Hojas de Eucalipto ( <i>Corymbia citriodora</i> ), Malva ( <i>Malva sylvestris</i> ) y Canela ( <i>Cinnamomum verum</i> ) horneadas	57
<b>Anexo F</b> Producto final polvo de Hojas de Eucalipto ( <i>Corymbia citriodora</i> ) con la técnica de Caramelización + Liofilización	57
<b>Anexo G</b> Producto final polvo de Hojas de Malva ( <i>Malva sylvestris</i> ) con la técnica de Caramelización + Liofilización	58
<b>Anexo H</b> Producto final polvo de Hojas de Canela ( <i>Cinnamomum verum</i> ) con la técnica de Caramelización + Liofilización	58
<b>Anexo I</b> Producto final polvo de Hojas de Eucalipto ( <i>Corymbia citriodora</i> ) con la técnica de Caramelización + Criogenización	59
<b>Anexo J</b> Producto final polvo de Hojas de Malva ( <i>Malva sylvestris</i> ) con la técnica de Caramelización + Criogenización	59
<b>Anexo K</b> Producto final polvo de Hojas de Canela ( <i>Cinnamomum verum</i> ) con la técnica de Caramelización + Criogenización	60
<b>Anexo L</b> Panel de cata	60
<b>Anexo M</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Eucalipto ¿Cómo describirías el aroma del producto en cuanto a calidad e intensidad?	61
<b>Anexo N</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Eucalipto ¿Cómo calificarías la textura del producto?	61

<b>Anexo O</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Eucalipto ¿Qué perfil de sabor está más apegado a este producto?	61
<b>Anexo P</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Eucalipto ¿Recomendarías este producto a otras personas?	62
<b>Anexo Q</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Eucalipto ¿Volverías a consumir este producto elaborado con estas técnicas y hojas?	62
<b>Anexo R</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Malva ¿Cómo describirías el aroma del producto en cuanto a calidad e intensidad?	63
<b>Anexo S</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Malva ¿Cómo calificarías la textura del producto?	63
<b>Anexo T</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Malva Eucalipto ¿Qué perfil de sabor está más apegado a este producto?	63
<b>Anexo U</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Malva ¿Recomendarías este producto a otras personas?	64
<b>Anexo V</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Malva ¿Volverías a consumir este producto elaborado con estas técnicas y hojas?	64
<b>Anexo W</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Canela ¿Cómo describirías el aroma del producto en cuanto a calidad e intensidad?	64
<b>Anexo X</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Canela ¿Cómo calificarías la textura del producto?	65
<b>Anexo Y</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Canela ¿Qué perfil de sabor está más apegado a este producto?	65
<b>Anexo Z</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Canela ¿Recomendarías este producto a otras personas?	66
<b>Anexo AA</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Eucalipto ¿Cómo describirías el aroma del producto en cuanto a calidad e intensidad?	66

<b>Anexo BB</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Eucalipto ¿Cómo calificarías la textura del producto?	66
<b>Anexo CC</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Eucalipto ¿Qué perfil de sabor está más apegado a este producto?	67
<b>Anexo DD</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Eucalipto ¿Recomendarías este producto a otras personas?	67
<b>Anexo EE</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Eucalipto ¿Volverías a consumir este producto elaborado con estas técnicas y hojas?	67
<b>Anexo FF</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Malva ¿Cómo describirías el aroma del producto en cuanto a calidad e intensidad?	68
<b>Anexo GG</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Malva ¿Cómo calificarías la textura del producto?	68
<b>Anexo HH</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Malva ¿Qué perfil de sabor está más apegado a este producto?	69
<b>Anexo II</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Malva ¿Recomendarías este producto a otras personas?	69
<b>Anexo JJ</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Malva ¿Volverías a consumir este producto elaborado con estas técnicas y hojas?	69
<b>Anexo KK</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Canela ¿Cómo describirías el aroma del producto en cuanto a calidad e intensidad?	70
<b>Anexo LL</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Canela ¿Cómo calificarías la textura del producto?	70
<b>Anexo MM</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Canela ¿Qué perfil de sabor está más apegado a este producto?	70
<b>Anexo NN</b> Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Canela ¿Recomendarías este producto a otras personas?	71

**Anexo 00** Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Canela

¿Volverías a consumir este producto elaborado con estas técnicas y hojas?

71

## Dedicatorias

Dedico este proyecto con mucho amor a mi padre Carlos Aucapiña por ser mi guía y apoyo incondicional. A mi madre Angelita Peralta, cuyo amor, paciencia y perseverancia permanecen vivos en mí, aunque no haya podido acompañarme hasta el final, sé que desde el cielo sigue siendo mi luz y fortaleza.

A mis queridos hermanos el Ing. Jonnatan Aucapiña y el Tnlgo. Armando Aucapiña por ser mis cómplices y acompañantes en cada una de mis locuras, también por cuidarme y apoyarme incluso cuando los sueños parecían lejanos.

## Agradecimientos

Con infinita gratitud a Dios por ser mi luz y fortaleza en cada paso de este camino, también por ser mi guía y soporte en los momentos más difíciles.

A mi familia entera, mi pilar fundamental que siempre ha estado ahí a pesar de los momentos difíciles y celebrar cada triunfo como propio.

A mis padres por inculcarme valores, perseverancia y sobre todo amor para lograr mis sueños. A mis hermanos por siempre estar ahí y brindarme su apoyo incondicional.

A Javier, por ser mi compañero de vida y mi mayor apoyo en cada paso del camino.

Agradezco a mi tutor de tesis el Mgst. Darwin Sandoval, cuyo liderazgo y conocimiento iluminaron cada etapa de este proyecto. Gracias por creer en mí y guiar este trabajo con dedicación y profesionalismo.

## Capítulo 1. Fundamentos de la cocina contemporánea: Liofilización, Caramelización y Criogenización

### 1.1 Evolución de la cocina contemporánea

La cocina contemporánea ha sufrido un desarrollo significativo a lo largo del tiempo llevando así a la cocina tradicional a una propuesta que integra nuevas tecnologías, creatividad e innovación.

Ferran Adrià, un reconocido chef español, es una de las figuras más representativas de la cocina vanguardista. Según Adrià la cocina es un verdadero acto de creación, donde la técnica y la imaginación se entrelazan de manera impresionante (Adrià et al., 2008).

En su restaurante elBulli incorporó la liofilización como una herramienta clave para la reinención de texturas y sabores. Uno de los ejemplos más icónicos fue el “polvo de aceituna” en 2003, se utilizó este proceso de concentración para intensificar el sabor umami del fruto sin perder sus aceites esenciales (Adrià, 2005).

El hecho de que elBulli pudiera demostrar que la liofilización no servía únicamente para conservar, también para potenciar y transformar ingredientes tradicionales en experiencias culinarias lo convierte en una innovación disruptiva. La capacidad para preservar hasta un 95% de los compuestos volátiles frente al secado al aire de métodos convencionales que puede degradar hasta el 40 % de dichos compuestos es la clave del éxito. La rehidratación instantánea permitida por la estructura porosa resultante lo convierte en el candidato ideal para consomés en polvo o decoraciones (This, 2005).

Para Adrià (2011), la cocina contemporánea no solo se trata de alimentarse, sino que también es una experiencia sensorial que nos invita a reflexionar sobre la percepción del sabor.

Heston Blumenthal chef británico, se inspira en gran medida en la cocina molecular, generando un enfoque científico que examina las reacciones químicas y físicas de los ingredientes durante su preparación, por otro lado, el físico Nicholas Kurti fue pionero en la aplicación de la criogenización en la gastronomía, dentro de este contexto Blumenthal, junto con el físico Nicholas Kurti, fue en el restaurante The Fat Duck donde ha demostrado algunas de las capacidades únicas del LN<sub>2</sub> (nitrógeno líquido), creando texturas que serían imposibles sin su uso. La congelación instantánea, en menos de 60 segundos, llevó a una disminución de la destrucción de los compuestos de sabor y aroma. Además, preservaban del 92 al 95 % de los compuestos volátiles de sabor y aroma en productos previamente congelados a diferencia del 60—70 % en casos normales. También permitía la formación de estructuras vítreas que preservan la integridad de la membrana celular y creaba nuevas experiencias sensoriales mediante el contraste de temperatura-textura (Blumenthal, 2008).

La cocina contemporánea debe ser una combinación genuina de arte, ciencia y tecnología, y los profesionales deben comprender los procesos básicos que transforman los ingredientes en platos extraordinarios (Blumenthal, 2013).

René Redzepi (2010), destaca que la cocina contemporánea del restaurante Noma se centra en ingredientes locales y sabores autóctonos, afirma que es fundamental conectar con el entorno y promover la sostenibilidad en la gastronomía actual. A través de su trabajo, anima a chefs y comensales a redescubrir los productos de su región, adaptando nuevas técnicas o innovando las tradicionales, teniendo en cuenta la biodiversidad.

Achatz (2016), cree que la cocina contemporánea debe ir más allá de lo común, transformándose en una experiencia multisensorial y conceptual. Los platos que se sirven en su restaurante se consideran a menudo obras de arte, cada uno de los cuales incita a los comensales a pensar en la comida de maneras que van más allá del simple sabor.

Considerado el padre de la gran cocina francesa y fundador de las bases de la repostería moderna; el trabajo de Antonin Carême revolucionó la caramelización en repostería, incluyendo:

**Técnicas de embellecimiento:** desarrolló un método para caramelizar frutas, como peras y manzanas, sumergiéndolas en almíbar a 160°C. De esta forma, lleva a cabo una capa brillante y protectora de las frutas lo que conduce a una mayor conservación de las mismas.

**Técnicas de escultura:** utilizó caramelo soplado y moldeado para construir esculturas como piéces montées, o torres y templos que presentaban figuras esculpidas en caramelo que actuaban como “cemento comestible”. En su obra *Le Pâtissier Royal Parisien* de 1815 describe treinta y dos técnicas de trabajo del caramelo, transformando así el proceso de caramelización (Carême, 1815).

En un mundo donde la comida se produce a la velocidad de la luz y la industrialización parece reinar, Carlo Petrini, el fundador de Slow Food, defiende el regreso de las raíces culinarias tradicionales, pero con un toque de sostenibilidad. Para él es fundamental valorar los productos locales, honrar las tradiciones gastronómicas y cuidar la salud del consumidor (Petrini, 2005).

Según Petrini y Padovani (2013), la cocina contemporánea no debería centrarse únicamente en la rapidez y la eficiencia, sino también en la sostenibilidad y en preservar la rica biodiversidad cultural y ecológica de nuestros alimentos

La cocina contemporánea es un campo vibrante y en constante evolución, donde se entrelazan la tecnología, la ciencia, la creatividad, la sostenibilidad y las tradiciones culinarias. Esta corriente innovadora fomenta la creatividad en técnicas y métodos, al mismo tiempo que pone un fuerte énfasis en el respeto por los ingredientes locales y el cuidado del medio ambiente. Al explorar y desafiar continuamente las normas tradicionales, la cocina

contemporánea se convierte en un espacio interdisciplinario que fusiona arte, ciencia, gastronomía y tecnología. En este contexto, la experimentación se valora como una herramienta clave para crear una gastronomía más rica, diversa y consciente de su impacto ambiental, buscando siempre una renovación que honre las raíces y se proyecte hacia el futuro.

## 1.2 Tecnología y ciencia en la transformación de ingredientes culinarios

La tecnología en la cocina se refiere a un conjunto de herramientas, técnicas y equipos muy especializados que cuentan con capacidades disruptivas, mejorando así la optimización y perfeccionando la transformación de ingredientes en preparaciones únicas. Además, permite experimentar con nuevos métodos de cocción.

En este contexto, la liofilización se ha practicado desde la Segunda Guerra Mundial, en la que el método se utilizó en el ámbito militar para preservar el plasma sanguíneo y el plasma entero sanguíneo en polvo. Esto generó la necesidad de máquinas a la medida, que son los liofilizadores con cámaras a vacío  $-80\text{ °C}$  y  $0,01-0,05\text{ mbar}$  para lograr sublimación del agua de manera controlada (Ratti, 2001). Actualmente, esta técnica es empleada por chefs como René Redzepi, de Noma, en ingredientes botánicos de hojas de eucalipto. Para la preparación de extracto de hojas se utilizan pretratamientos con ultrasonido que garantizan la extracción de hasta el 95 % de aceites esenciales (Rahman, 2020).

Aunque la criogenización se utilizó en sus inicios para conservar tejidos en criobiología, donde se lograba una vitrificación (proceso físico en el que un líquido se convierte en un sólido, sin una estructura cristalina) ultra rápida, evitando cualquier daño celular lateral, con la ayuda de nitrógeno líquido, y molinos criogénicos, originalmente en 1984, su uso fue llevado a la gastronomía por Heston Blumenthal en 2005 con helados instantáneos. A día de hoy, se aplican en polvos ultra finos de canela que conservan el 98 % del cinamaldehído (Aguilera, 2010).

En cambio, la caramelización ha sido utilizada en la Edad Media como técnica de la repostería árabe, Auguste Escoffier en 1903 la reformula a cocina salada en salsas como la Demi-Glace, con largas cocciones y sartenes de cobre a control de temperatura precisa 140-160°C para balancear en sabores (Belitz et al., 2009).

En la actualidad profesionales como Joan Roca caramelizan vegetales, la cebolla, a baja temperatura 120°C/12h, con hornos de convección mientras técnicas novedosas como la caramelización al vacío 90°C se permite trabajar con frutas más delicadas a alta temperatura sin desintegrar su textura (Adrià et al., 2008). Una técnica sobresaliente que se puede mencionar es la “tierra” de la canela caramelizada en Alinea, contrastando con chocolate para mejor textura y sabor.

Gracias a la ciencia de la gastronomía molecular, podemos entender por qué ocurren diferentes reacciones químicas en la cocina. Al comprender estas reacciones, se pueden mejorar las técnicas y tecnologías que ya existen. Esta comprensión también da lugar a nuevas herramientas que permiten crear texturas, sabores y aromas innovadores, todo mientras se busca preservar al máximo los nutrientes de cada alimento.

La cocina molecular no se trata solo de usar elementos químicos para provocar reacciones en los ingredientes; también implica estudiar los ingredientes naturales y las reacciones químicas que estos generan en los alimentos. En términos simples, esta disciplina científica se enfoca en las transformaciones que sufren los alimentos durante la cocción. Gracias a la gastronomía, los chefs cuentan con las herramientas necesarias para crear sus platos, lo que se traduce en lo que realmente es la cocina molecular (Bentz et al., 2019).

### **1.3 Impacto de las técnicas innovadoras en la sostenibilidad**

El impacto de las técnicas innovadoras en la sostenibilidad dentro de la gastronomía es un tema fundamental para el desarrollo de la industria alimentaria.

Cáceres enfatiza que adoptar técnicas como la liofilización, la criogenización y la cocción al vacío no solo mejora la conservación de los alimentos, sino que también contribuye a disminuir el desperdicio y el consumo de energía en los procesos culinarios; *“La integración de técnicas sostenibles en cocinas profesionales no solo reduce el impacto ambiental, sino que mejora la eficiencia económica de los recursos”* (Cáceres et al., 2016).

Además, el autor resalta la importancia de la colaboración entre productores y consumidores para construir un sistema gastronómico más sostenible. La trazabilidad de los ingredientes, el uso de productos locales y de temporada, así como la reducción del uso de plásticos en la cocina, son aspectos que deberían ser promovidos en la gastronomía actual. En este sentido, aplicar tecnología avanzada en la cocina no solo eleva la calidad de los platos, sino que también apoya la conservación del medio ambiente y el desarrollo de una industria alimentaria más ética y responsable. (Charro, 2023).

#### **1.4 Técnicas vanguardistas**

Las técnicas vanguardistas rompen con los paradigmas culinarios tradicionales, al incorporar la innovación científica, la tecnología y una propuesta artística de la cocina, eran promovidas por cocineros innovadores que deseaban revolucionar las texturas, los sabores y las presentaciones. El mismo se consolidó en la segunda mitad del siglo XX y se concretó en los inicios del XXI y, al mismo tiempo, apareció la gastronomía molecular, impulsada por científicos como Hervé This quien comenzó a jugar con la caramelización de grasas y proteínas e investigó sobre las reacciones de Maillard para intensificar sabores lo que permitió desarrollar umami y adquirir diferentes sabores en caldos y salsas.

Cocineros como Ferran Adrià en los años 90 utilizaron la liofilización de frutas para crear polvos aromáticos. Los primeros ensayos en elBulli fueron en hierbas, frutas y mariscos, los cuales se volvían crujientes por fuera mientras sus sabores se volvían más concentrados.

Achatz y Kokonas (2011) revolucionaron la gastronomía con la criogenización ya que creaban texturas efímeras y experiencias multisensoriales. Si bien el nitrógeno líquido se usó por primera vez en heladería para evitar que se formaran cristales de hielo, Achatz llevó el método de rápido enfriamiento a su límite, creando nuevas esferificaciones “instantáneas” y “neblinas” comestibles. En Alinea, la técnica se aplicó para congelar los ingredientes en el último momento antes de que giren las mesas, creando contrastes de temperatura únicos, como el helado de foie gras. La criogenización, que se utilizó por primera vez en la cocina en la década de 2000, se origina en experimentos del siglo XIX y se encuentra en la deconstrucción de la cocina de Ferran Adrià en los 90 y la experiencia multisensorial impulsada por Achatz.

Estas técnicas revolucionaron la gastronomía desmaterializando lo convencional y colocaron la experiencia sensorial como lo más importante. Su evolución demuestra cómo la alta cocina adopta activamente la ciencia para transformar y redefinir los límites del sabor y la apariencia, reconfigurando nociones tales como sabor, disfrute estético y sostenibilidad.

#### **1.4.1 Técnica de liofilización**

La liofilización o criodeshidratación se convirtió en una tecnología para la preservación de materiales sensibles al calor en el siglo XV los incas utilizaban un método rudimentario de liofilización al congelar papas en las montañas andinas (a  $-20^{\circ}\text{C}$ ) y secarlas al sol y viento, creando el "chuño". También surgió desde finales de la Segunda Guerra Mundial porque se desarrolló con el objetivo de preservar el plasma sanguíneo y la penicilina, lo que hizo posible llevar a cabo su embotellamiento y transporte sin la necesidad de bajas temperaturas (Flosdorf & Mudd, 1949). El método patentado fue realizado en 1949 y se basó en la sublimación del agua, es decir, el paso directo de sólido a gas, lo que impide la degradación de compuestos termolábiles (Bald, 2000). En la década de 1960, la industria alimentaria también adoptó esta técnica para la producción de café instantáneo y sopas deshidratadas, expresando la conveniencia de mantener las propiedades organolépticas y

nutricionales de los productos (Ratti, 2001). Sin embargo, el verdadero uso de liofilizador por la vanguardia culinaria fue posible solo a fines del siglo pasado con la idea de chefs como Ferran Adrià.

La técnica de liofilización en la actualidad ya ha alcanzado una posición consolidada en los restaurantes de alta cocina. Algunos ejemplos notorios son: en Noma de René Redzepi se utilizan liofilizados musgos y hierbas para obtener contrastes de texturas, como en el plato “Bosque de otoño”.

En la cocina de David Muñoz, en el restaurante DiverXO, se emplea un “caldo instantáneo” que se reconstituye con agua hirviendo. El perfume resultante es igualmente intenso y rápido.

Además, la liofilización no solo realza las características sensoriales de ingredientes botánicos, sino que también amplía su versatilidad en la cocina de vanguardia. Esto permite experimentar con texturas y aromas que serían imposibles de lograr con métodos tradicionales.

#### **1.4.2 Técnica de caramelización**

El concepto de caramelización, como proceso químico de transformación de azúcares, se originó en las prácticas culinarias del antiguo mundo árabe medieval. Los primeros registros documentados se remontan al siglo XII, donde se remiten a su aplicación para la preparación de productos de pastelería como halva y alfajores. Durante el renacimiento europeo, la técnica se aplicó en la producción de caramelo sólido, adquiriendo importancia en la pastelería francesa del Siglo XVIII con el desarrollo del “caramel au beurre salé” (Montagné, 1938).

El procedimiento tradicional implica el calentamiento lento de la sacarosa a temperaturas de entre 160-180°C, originando compuestos como el hidroximetilfurfural, diacetil y maltol. Los cuales son componentes responsables de las notas tostadas y del color marrón ámbar (Belitz et al., 2009).

Cabe destacar que la caramelización es una reacción de pirólisis de azúcares es decir la descomposición térmica sin enzimas. La caramelización es una reacción de degradación térmica pirólisis de azúcares que genera compuestos volátiles, pigmentos y polímeros complejos entre 110 y 180°C.

La caramelización se ha convertido en una técnica de precisión culinaria gracias a los equipos y herramientas de control termodinámico, este estudio prueba que la caramelización mesurada de ingredientes botánicos como el eucalipto, la malva y la canela no solo potencia los sabores, sino que también ayuda a crear texturas deliciosas. Los avances en ingeniería de precisión han permitido a los cocineros de renombre utilizar la caramelización al vacío a 90°C para cocinar y el conocimiento de las reacciones bioquímicas del pardeamiento para convertir compuestos simples en sabores multidimensionales.

### **1.4.3 Técnica de criogenización**

La criogenización, método que utiliza temperaturas ultra bajas generalmente empleando nitrógeno líquido a  $-196^{\circ}\text{C}$ , ha transformado la gastronomía moderna al generar cambios estructurales y sensoriales imposibles de lograr a través de técnicas tradicionales. Aparte de preservar compuestos volátiles de ingredientes que de otra forma se perderían, como en las hojas de eucalipto, malva o canela, esta técnica abre la posibilidad de generar texturas inéditas, desde polvos ultrafinos hasta esferas que liberan aroma al contacto. En contraposición al simple congelamiento, la criogenización limita el daño celular al formar cristales de hielo microscópicos; de esta manera, los aceites esenciales, vitaminas y demás compuestos bioactivos estarán completamente preservados.

La criogenización, el proceso de preservación y transformación de alimentos con el uso de temperaturas extremadamente ultra bajas, se originó a partir del progreso de la criogenia a lo largo del siglo XIX. El avance clave se realizó en 1895, cuando Carl von Linde obtuvo una patente para el proceso de licuefacción de aire, lo que permitió producir

nitrógeno líquido LN<sub>2</sub> industrial a una temperatura de -196 °C (Barron, 1985). Primero, la técnica fue empleada por la industria aeroespacial para llevar a cabo pruebas de materiales, su cambio al ámbito gastronómico fue un fenómeno gradual que combinaba la innovación tecnológica con la creatividad gastronómica.

Solo alrededor de la década de 1960, la criobiología adquirió la técnica para la preservación de tejidos biológicos, al desarrollar un método de vitrificación que ayuda a prevenir la formación de cristales de hielo. Eventualmente, el principio científico comenzó a ser utilizado por los chefs, dando lugar a una nueva era en el procesamiento de alimentos. (Fahy et al., 1984)

## 1.5 Propiedades físico-químicas y organolépticas de los ingredientes frescos

### 1.5.1 Características del Eucalipto (*Corymbia citriodora*)

El Eucalipto limón o Eucalipto aromático, es un árbol que crece de forma silvestre, nativo de Australia, pero ha sido cultivado en regiones tropicales y subtropicales debido a que su hoja es rica en aceites esenciales de olor cítrico-mentolado, principalmente compuestos por el citronelal en un 70-85% lo que lo ha hecho ideal para la industria gastronómica, farmacéutica y en muchos casos terapias como la aromaterapia.

Las hojas de *C. citriodora* contienen una combinación química compleja de compuestos aromáticos volátiles, principalmente terpenoides y fenólicos, que las hacen ideales para procesos de liofilización y de extracción criogénica debido al citronelal (C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>O) que es un monoterpeno aldehído de la familia de los terpenoides, responsable del aroma cítrico-mentolado característico del eucalipto limón (*Corymbia citriodora*), la hierba luisa (*Aloysia citrodora*) y la citronela (*Cymbopogon spp.*). Además, tiene un pH de 5.5-6.5 y un contenido alto de humedad entre 60-75 % que influyen en su estabilidad durante el proceso térmico o de deshidratación (Goodger et al., 2016).

**Figura 1** Compuestos presentes en algunas especies de *Eucalipto*

<i>Eucalipto</i>	Principales compuestos	Lugar	Autores
Camaldulensis	Eucaliptol (46.74%), aromadendreno (12.1%), terpinen-4-ol (7.6%) y $\alpha$ -pineno (6.35%).	Irán	Lima et al., (2013)
	Eucaliptol (29.2%), $\alpha$ -felandreno (17.43%), $\alpha$ -pineno (7.1%), aromadendreno (5.75%) y terpinen-4-ol (4.92%).	Irán	Lima et al., (2013)
	Eucaliptol (77.41%), terpinen-4-ol (3.68%), $\alpha$ -pineno (3.64%), limoneno (3.21%) y $\beta$ -mirreno (1.41%).	Colombia	Yáñez y Cuadro, (2012)
	Terpinen-4-ol (10.24%), eucaliptol (7.89%), $\alpha$ -terpineno (6.93%), $\alpha$ -felandreno (4.01%), carvacrol (3.87%), terpineol (3.3%), citronelol (3.22%), $\beta$ -citronelol (3.22%), timol (2.19%), $\beta$ -cariofileno (1.83%) y citronelal (0.79%).	Guatemala	De León Juárez, (2008)
	$\gamma$ -terpineno (71.36%), eucaliptol (0.46%), o-cimeno (17.63%), terpinoleno (1.10%) y $\alpha$ -pineno (0.54%).	Malasia	Mubarak et al., (2014)
	p-cimeno (17.38 a 28.60%), $\beta$ -felandreno (12.35-14.47%), $\beta$ -pineno (0.94-11.48%), criptona (4.97-7.25%), terpinen-4-ol (4.21%), espatulenol (7.83-14.15%), $\alpha$ -pineno (1.66-5.01%) y eucaliptol (1.78-2.89%).	República de Serbia	Grbović, Orđić, y Couladis, (2010)
Tereticornis	$\alpha$ -Pineno (30.1%), eucaliptol (21.8%).	India	Kaur et al., (2011)
	Citronelal (44.8%), citronelol (9.78%), ácido citrónico (6.47%) y eucaliptol (3.10%) $\alpha$ -pineno (1.58%).	Colombia	Murillo et al., (2011)
Citriodora	Timol (10.9%), citronelol (39.27%), citronelal (18.9%) y $\beta$ -cariofileno (2.62%).	Guatemala	De León Juárez, (2008)
Globulus	Eucaliptol (82.27%), limoneno (3.7%), $\alpha$ -pineno (3.16%), guaioil (2.76%), terpinen-4-ol (1.4%) y linalol (1.3%).	Colombia	Yáñez y Cuadro, (2012)
	Eucaliptol (75%).	Uruguay	Mantero et al., 2007

De acuerdo con la información brindada por De León Juárez (2008), como se citó en Boom et al., (2018), en las muestras de Guatemala hay cuatro compuestos principales:

### **Timol 10,9 %**

Propiedades fisicoquímicas: Fenol antiséptico estable al calor. Soluble en grasas.

Propiedades organolépticas: Da picor y sabor herbal al ser probado, comúnmente especiado. Es útil para escabechar alimentos o aportar profundidad a salsas simples.

### **Citronelol 39,27 %**

Propiedades fisicoquímicas: Es un alcohol monoterpénico, desprende un ligero y agradable aroma floral y cítrico. Su solubilidad es buena en alcohol y aceites, mientras que en agua es muy limitada.

Propiedades organolépticas: fresco a rosa y limón, aportando dulzura y suavidad.

### **Citronelal 18,9 %**

Propiedades fisicoquímicas: es un aldehído terpénico que se oxida rápidamente al contacto con el aire. La razón principal del olor a "citronela".

Propiedades organolépticas: Posee un aroma muy intenso a limón y hierbas, sumamente fresco, pica en la garganta al inhalar. Se usa en preparaciones orientales o para contrarrestar sabores grasos.

**$\beta$ -Cariofileno 2,62 %**

Propiedades fisicoquímicas: es un sesquiterpeno, es decir, no volátil por debajo de los 100°C, resiste a la alta temperatura.

Propiedades organolépticas: sabe a madera y especias, haciendo referencia a la pimienta y el clavo, agrega valor a alimentos como carnes ahumadas o reducciones.

**1.5.2 Características de la Malva (*Malva sylvestris*)**

La Malva perteneciente a la familia *Malvaceae*, es una planta herbácea perenne presente en Europa, norte de África y Asia occidental. Considerando sus propiedades medicinales y alimenticias, reconocidas desde la antigüedad, su consumo es centro de atención en la composición de mucílagos, compuestos fenólicos y actividad antiinflamatoria. (Gasparetto et al., 2012).

La hoja fresca de *Malva sylvestris* se caracteriza por un alto contenido de mucílagos (5-10 %) que son polisacáridos hidrofílicos con acciones emolientes y espesantes. Además, también es rico en antocianinas y flavonoides, especialmente seca presenta un sabor dulce y sabor único que la convierten en un recurso para la investigación de técnicas vanguardistas como la liofilización y la criogenización. Estas particularidades son consideradas en el texto respecto a las características fisicoquímicas y organolépticas que describen el herbicida.

**Figura 2** Metabolitos presentes en *Malva sylvestris*

TIPO DE METABOLITO	COMPUESTO	PARTE DE LA PLANTA	REFERENCIAS
Flavonoides	Quercetina	Hojas	(7)(8) (9)(10)(11)
	Aglicona	Hojas	(7)
	Luteolina	Hojas	(7)(10)
	Rutina	Hojas	(10)(11)(12)
	Quercetina-3-galactósido	Hojas	(7)
	Apigenina	Hojas	(7)(11)
	Kaempferol	Hojas	(10)(11)
	Catequina malvidina-3-glucosido	Hojas	(8)
Ácidos grasos	Ácido $\alpha$ -linolénico	Hojas y Peciolos	(13)(14)
	Ácido palmítico	Hojas y Peciolos	(14)(15)
	Ácido esteárico	Hojas	(15)

**Figura 2.1** Continuación

	Ácido oleico	Hojas y Peciolos	(3)(14)(16)
	Omega-3	Flores	(17)
	Omega-6	Flores	(17)
	Ácido tricosílico	Partes aéreas	(3)
Vitaminas	Vitamina C	Hojas	(17)(18)
	Vitamina E	Hojas, Partes aéreas	(3)(17)(18)
Compuestos fenólicos	2-metoxi-4-vinifenol	Hojas y Peciolos	(14)
	Eugenol	Partes aéreas	(16)
	Ácido vanílico	Hojas	(10)
	Ácido 3,4-dihidrobenzoico	Partes aéreas	(11)
	Ácido 2,5-dihidrobenzoico	Partes aéreas	(11)
	Ácido siríngico	Partes aéreas	(11)
	Ácido salicílico	Partes aéreas	(11)
	Ácido fólico	Partes aéreas	(11)
	Ácido cinámico	Partes aéreas	(19)
	Ácido clorogénico	Hojas	(7)(11)
	Ácido rosmarínico	Hojas, Partes aéreas	(7)(11)
	Ácido p-cumárico	Hojas	(11)
Ácido ferúlico	Hojas	(7)	
Ácido cafeico	Hojas	(7) (11)	
Aminas	1-propanamina	Hojas	(20)
	N-etilciclohexilamina	Hojas	(20)
	Pirrolidina	Hojas	(20)
	Ciclohexilamina	Hojas	(20)
	Isobutilamina	Hojas	(20)
Sulfóxido	Dimetilsulfóxido	Hojas	(20)

### 1.5.3 Características de la Canela (*Cinnamomum verum*)

La *Cinnamomum verum*, cuyo nombre común es canela verdadera, canela de Ceilán o "canela real", es un árbol de la familia Lauraceae endémico de Sri Lanka y del sur de la India. Es una de las especias aromáticas más valiosas del mundo debido a la utilización histórica de su corteza interna en medicina tradicional, perfumería y gastronomía desde la antigüedad.

Sus características organolépticas y bioactivas contienen un alto contenido en cinamaldehído (65-80 %), su mayor compuesto bioactivo, con funciones aromáticas y antimicrobianas. Además, posee eugenol (5-10 %), un compuesto fenólico clave en la sensorialidad y actividad antioxidante. Proantocianidinas con actividad antioxidante entre 20-30 veces superior a la vitamina E.

**Figura 3** Componentes mayoritarios detectados en el AE de *C.verum* (canela)

Compuesto	% Abundancia relativa, (t <sub>R</sub> , min)
	<i>C. verum</i>
Linalool	3,25 (5,869)
Alcanfor	2,25 (6,809)
Mentol	4,01 (7,002)
α- Terpineol	0,69 (7,511)
Cinnamaldehido	26,4 (8,678)
Tímol	4,01 (8,900)
Eugenol	59,39 (9,708)

#### **Eugenol (59,39 %):**

Propiedades físico-químicas: Fenol volátil, soluble en aceites y alcohol. Resistente al calor, lo que lo hace ideal para cocciones prolongadas.

Propiedades organolépticas: Aroma cálido, especiado y ligeramente picante, con notas a clavo de olor. Es el principal responsable del carácter "balsámico" de la canela.

**Cinnamaldehído (26,4 %):**

Propiedades físico-químicas: Aldehído aromático, oxidable en presencia de aire.

Sensible a altas temperaturas prolongadas.

Propiedades organolépticas: Aroma dulce, intenso y característico a canela, con un toque amaderado.

**Timol (4,01 %):**

Propiedades físico-químicas: Fenol con propiedades antisépticas, estable al calor.

Propiedades organolépticas: Sabor herbal y ligeramente picante (similar al tomillo).

**Linalool (3,25 %):**

Propiedades físico-químicas: Alcohol terpénico, volátil y soluble en grasas.

Propiedades organolépticas: Aroma floral y cítrico (lavanda, bergamota).

**Mentol (4,01 %):**

Propiedades físico-químicas: Alcohol terpénico, refrescante y volátil.

Propiedades organolépticas: Sensación de frescor (similar a la menta).

## Capítulo 2. Análisis organoléptico de las hojas tratadas

En este capítulo se evalúa el impacto de las técnicas vanguardistas de liofilización, caramelización y criogenización sobre las hojas seleccionadas, observando sus efectos sobre características físico-químicas y sensoriales como aroma, textura, sabor y color. Así mismo, se analizan las propiedades organolépticas resultantes mediante instrumentos sensoriales aplicados a un panel de catadores.

### 2.1 Proceso experimental: tratamiento de las hojas

En la presente investigación, se detalla la metodología utilizada para aplicar las técnicas vanguardistas de liofilización, caramelización y criogenización en las hojas seleccionadas. A lo largo del desarrollo experimental se llevaron a cabo observaciones cualitativas y cuantitativas que facilitaron entender los cambios producidos en las hojas tratadas. Así mismo, las técnicas fueron escogidas por su capacidad de producir cambios en las propiedades organolépticas de las hojas, permitiendo cambiar sus características sensoriales realizando sus perfiles aromáticos distintivos.

#### 2.1.1 Procedimientos detallados para la aplicación de cada técnica

##### Técnica de Caramelización + Liofilización

El proceso de caramelización fue adaptado para la ciudad de Cuenca debido a que se encuentra a 2.560 msnm, usando un jarabe conformado de un 50 % de sacarosa y el otro 50 % de agua, el mismo que debe llegar a una temperatura de 100°C para lograr un jarabe homogéneo. No obstante, debido a la altitud el agua hierve a 90 °C, por lo que es necesario una cocción prolongada y un control de temperatura constante con ayuda de un termómetro. Posteriormente, las hojas previamente lavadas y secas se deben sumergir en este jarabe para una impregnación más uniforme. Dado que la humedad ambiental es alta (75-85 %), se realiza un secado posterior, evitando así que las hojas reabsorban humedad y

pierdan su textura. Estas adaptaciones permiten una caramelización estable y adecuada a las condiciones altiplánicas.

Para el proceso de liofilización con el uso de nitrógeno líquido y caramelización se realizaron los siguientes pasos:

1. **Congelación:** las hojas previamente seleccionadas son sometidas a una inmersión en nitrógeno líquido alrededor de 30 a 50 segundos, formando así cristales microscópicos minimizando el daño a la estructura celular y preservando sus aceites esenciales.
2. **Sublimación al vacío:** las hojas congeladas se transfieren a la máquina de vacío donde se aplica presión reducida y controlada. El hielo se sublima sin pasar por la fase líquida intermedia, esto mantiene la porosidad y la integridad de las hojas.
3. **Caramelización:** se añade una leve capa de jarabe a las hojas tratadas a una temperatura de 70 °C con ayuda de una brocha.
4. **Primera deshidratación complementaria:** las hojas se sometieron a un primer ciclo de secado en el deshidratador a una temperatura de 41°C durante un tiempo de 20 horas, manteniendo un constante flujo de aire.
5. **Reposo:** se realizó un reposo de 3 horas a una temperatura ambiente de 16°C mejorando la redistribución de la humedad residual.
6. **Segunda deshidratación:** se aplicó una segunda deshidratación para optimizar el procedimiento, el secado se realizó a una temperatura de 62°C por 3 horas eliminando el resto de humedad de las hojas seleccionadas.
7. **Pulverización:** para finalizar, se realizó una pulverización con ayuda de una licuadora y posteriormente de un tamiz para lograr un resultado más homogéneo de cada tipo de hoja y posteriormente su conservación al vacío.

La preparación visual del producto final puede consultarse en el **Anexo F**, donde se presenta el polvo obtenido tras aplicar la técnica de Caramelización + Liofilización al Eucalipto.

#### Técnica de Caramelización + Criogenización

Así mismo, para este proceso se añadió una leve capa de jarabe con el apoyo de una brocha y a una temperatura de 70°C ya que se reduce el riesgo de que las hojas se cocinen o pierdan su color. Seguidamente, se colocaron en bandejas de acero inoxidable con un silpat para evitar que se peguen, esto garantiza una mejor distribución de calor.

- 1. Tratamiento térmico inicial:** las hojas se introdujeron en un horno de convección previamente calentado a una temperatura de 170°C por alrededor de 12 minutos, esto favoreció a una deshidratación rápida, pero conservando sus compuestos aromáticos.
- 2. Criogenización:** después del tiempo transcurrido en el horno, se deja enfriar las hojas y seguidamente se incorpora el N<sub>2</sub> (nitrógeno líquido) por alrededor de 30s a 50s según el tipo de hoja. Tiempo sugerido para preservar los compuestos volátiles generados y también potenciar el sabor en frío.
- 3. Pulverización inmediata:** finalmente, se pulverizaron las muestras igualmente con ayuda de una licuadora y luego se tamizaron para preservar mejor el polvo y posteriormente se empacan al vacío para poder conservar a temperatura ambiente.

La preparación visual del producto final puede consultarse en los **Anexos I, J y K**, donde se presentan las hojas de eucalipto, malva y canela respectivamente, tras ser sometidas a la técnica de Caramelización + Criogenización, obteniendo como resultado un polvo fino, de textura quebradiza y color característico, listo para su aplicación en desarrollos gastronómicos.

## 2.1.2 Esquemas de tratamiento específicos para eucalipto, malva y canela.

En la siguiente tabla se detallan los esquemas de proceso aplicado para cada tipo de hoja (eucalipto, malva y canela), diferenciando las técnicas de liofilización, caramelización y criogenización, así mismo, se detallan los tiempos y temperaturas específicas que fueron ajustadas según sus diferentes características para optimizar y potenciar sus propiedades organolépticas.

**Tabla 1**

*Tratamiento específicos para Eucalipto (Corymbia citriodora), Malva y Canela.*

Planta	Liofilización			Caramelización	Criogenización
	Congelación con N <sub>2</sub>	Primera deshidratación	Segunda deshidratación		
<b>Eucalipto</b>	40 s inmersión en N <sub>2</sub>	20 h, 41 °C	6 h, 62 °C	jarabe 50 % de azúcar y 50 % de agua a una temperatura de 100°C	40 s inmersión en N <sub>2</sub>
<b>Malva</b>	50 s inmersión en N <sub>2</sub>	20 h, 41 °C	6 h, 62 °C	jarabe 50 % de azúcar y 50 % de agua a una temperatura de 100°C	50 s inmersión en N <sub>2</sub>
<b>Canela</b>	30 s inmersión en N <sub>2</sub>	20 h, 41 °C	6 h, 62 °C	jarabe 50 % de azúcar y 50 % de agua a una temperatura de 100°C	30 s inmersión en N <sub>2</sub>

En las siguientes tablas se detallarán los procesos combinados de caramelización y liofilización con el uso del nitrógeno líquido aplicado específicamente a las hojas de eucalipto, malva y canela donde se registraron parámetros como el tiempo de inmersión inicial, y sobre todo los pesos iniciales y finales para comparar la pérdida de humedad.

**Tabla 2**

*Esquema de tratamiento para hojas de Eucalipto (Corymbia citriodora) con Técnica de Caramelización + Liofilización*

Técnica de Caramelización + Liofilización
-------------------------------------------

Eucalipto ( <i>Corymbia citriodora</i> )							
Tiempo de inmersión en N2	Primera deshidratación	Tiempo de reposo	Segunda deshidratación	Sin almíbar	Con almíbar	peso final (26h de deshidratación)	% de pérdida de humedad
50 s	20 h, 41 °C	3 h	6 h, 62 °C	0.54 g	1.83 g	0.77 g	58.0%
50 s	20 h, 41 °C	3 h	6 h, 62 °C	0.46 g	1.37 g	0.34 g	75.0%
50 s	20 h, 41 °C	3 h	6 h, 62 °C	0.49 g	1.10 g	0.40 g	63.6%

**Tabla 3**

*Esquema de tratamiento para hojas de Malva (Malva sylvestris) con Técnica de Caramelización + Liofilización*

Técnica de Caramelización + Liofilización							
Malva ( <i>Malva sylvestris</i> )							
Tiempo de inmersión en N2	Primera deshidratación	Tiempo de reposo	Segunda deshidratación	Sin almíbar	Con almíbar	peso final (26h de deshidratación)	% de pérdida de humedad
50 s	20 h, 41 °C	3 h	6 h, 62 °C	0.29 g	2.14 g	1.19 g	44.40%
50 s	20 h, 41 °C	3 h	6 h, 62 °C	0.85 g	3.14 g	1.31 g	58.30%
50 s	20 h, 41 °C	3 h	6 h, 62 °C	0.25 g	1.91 g	0.42 g	78.10%
50 s	20 h, 41 °C	3 h	6 h, 62 °C	0.51 g	4.34 g	2.04 g	53%

**Tabla 4**

*Esquema de tratamiento para hojas de Canela (Cinnamomum verum) con Técnica de Caramelización + Liofilización*

Técnica de Caramelización + Liofilización							
Canela							
Tiempo de inmersión en N2	Primera deshidratación	Tiempo de reposo	Segunda deshidratación	Sin almíbar	Con almíbar	peso final (26h de deshidratación)	% de pérdida de humedad
50 s	20 h, 41 °C	3 h	6 h, 62 °C	0.36 g	2.63 g	0.90 g	48.50%

50 s	20 h, 41 °C	3 h	6 h, 62 °C	0.73 g	5.60 g	2.30 g	55.00%
50 s	20 h, 41 °C	3 h	6 h, 62 °C	0.46 g	1.76 g	0.72 g	57.01%

Los cuadros siguientes se detalla el efecto de la caramelización junto con la criogenización en hojas de eucalipto, malva y canela, evaluando algunos de los pesos con y sin almíbar, el tiempo de horneado permitió la concentración de cada uno de los compuestos volátiles intensificando el perfil aromático de las hojas, así mismo se realizó el análisis del porcentaje de pérdida de humedad para monitorear la preservación de las características organolépticas.

**Tabla 5**

*Esquema de tratamiento para hojas de Eucalipto (Corymbia citriodora) con técnica de Caramelización + Criogenización*

<b>Técnica de Caramelización + Criogenización</b>					
<b>Eucalipto (Corymbia citriodora)</b>					
<b>Sin almíbar</b>	<b>Con almíbar</b>	<b>Tiempo de horneado</b>	<b>Peso final</b>	<b>Tiempo de inmersión en N2</b>	<b>% de pérdida de humedad</b>
0.52 g	2.09 g	12 min	1.03 g	40 s	50.72%
0.45 g	1.11 g	12 min	0.53 g	40 s	52.26%
0.49 g	1.16 g	12 min	0.60 g	40 s	48.28%
0.50 g	2 g	12 min	0.98 g	40 s	51.00%

**Tabla 6**

*Esquema de tratamiento para hojas de Malva (Malva sylvestris) con técnica de Caramelización + Criogenización*

<b>Técnica de Caramelización + Criogenización</b>					
<b>Malva (Malva sylvestris)</b>					
<b>Sin almíbar</b>	<b>Con almíbar</b>	<b>Tiempo de horneado</b>	<b>Peso final</b>	<b>Tiempo de inmersión en N2</b>	<b>% de pérdida de humedad</b>

0.29 g	1.06 g	10 min	0.62 g	50 s	41.51%
0.45 g	1.10 g	10 min	0.52 g	50 s	52.73%
0.20 g	1.03 g	10 min	0.30 g	50 s	70.88%
0.51 g	2.05 g	10 min	1.04 g	50 s	49.27%

**Tabla 7**

*Esquema de tratamiento para hojas de Canela (Cinnamomum verum) con técnica de Caramelización + Criogenización*

<b>Técnica de Caramelización + Criogenización</b>					
<b>Canela (Cinnamomum verum)</b>					
<b>Sin almíbar</b>	<b>Con almíbar</b>	<b>Tiempo de horneado</b>	<b>peso final</b>	<b>Tiempo de inmersión en N2</b>	<b>% de pérdida de humedad</b>
0.71 g	3.05 g	12 min	1.48g	30 s	51.48%
0.49 g	1.52 g	12 min	0.70 g	30 s	53.95%
0.53 g	2.03 g	12 min	1.02 g	30 s	49.76%
0.65 g	2.35 g	12 min	1.15 g	30 s	51.07%

## 2.2 Análisis del tratamiento de las hojas

En este proceso se detallará la metodología empleada basada en el objetivo planteado de analizar el impacto de las técnicas vanguardistas de liofilización, caramelización y criogenización sobre las hojas seleccionadas.

### 2.2.1 Criterios para la evaluación organoléptica

Para la evaluación organoléptica se conformó un panel de 8 catadores, seleccionados bajo los criterios de ser estudiantes de octavo ciclo de la carrera de Gastronomía y contar con conocimientos básicos en análisis sensorial, incluyendo la participación de los miembros del tribunal del trabajo de titulación. La sesión de cata se llevó a cabo de forma individual, pero compartiendo una misma mesa, ubicada en el patio blanco de la Facultad de Ciencias de la Hospitalidad, bajo condiciones controladas de iluminación

neutra para minimizar sesgos sensoriales. Las muestras fueron presentadas, en envases transparentes, a temperatura ambiente y siguiendo un orden aleatorizado.

La evaluación organoléptica es fundamental en la descripción de productos alimenticios, permitiendo determinar la aceptabilidad y las propiedades sensoriales del panel de cata. A continuación, se detallan los criterios específicos empleados para la evaluación organoléptica de los productos obtenidos mediante cada técnica, abarcando aspectos como aroma, textura, estabilidad al calor, color, y vida útil, con el fin de comprender las implicaciones sensoriales y fisicoquímicas de cada método de procesamiento.

**Tabla 8**

*Criterios para evaluación organoléptica con técnica de caramelización + liofilización*

<b>Técnica de Caramelización + Liofilización</b>				
<b>Criterio</b>	<b>Eucalipto (<i>Corymbia citriodora</i>)</b>	<b>Malva (<i>Malva sylvestris</i>)</b>	<b>Canela (<i>Cinnamomum verum</i>)</b>	<b>Unidad</b>
<b>Aroma posttratamiento</b>	Intenso (cítrico, fresco)	Suave (floral)	Dulce/especiado	Escala sensorial
<b>Textura final</b>	Crujiente	Crujiente	Quebradiza	Descripción cualitativa
<b>Estabilidad al calor</b>	Alta (resistente)	Alta (resistente)	Alta (resistente)	% de retención
<b>Color posttratamiento</b>	Amarillo verdoso	Marrón dorado	Amarillo verdoso	Retención de color

**Tabla 9**

*Criterios para evaluación organoléptica con técnica de caramelización + criogenización*

<b>Técnica de Caramelización + Criogenización</b>				
<b>Criterio</b>	<b>Eucalipto (<i>Corymbia citriodora</i>)</b>	<b>Malva (<i>Malva sylvestris</i>)</b>	<b>Canela (<i>Cinnamomum verum</i>)</b>	<b>Escala</b>
<b>Aroma posttratamiento</b>	Intenso (cítrico, fresco)	Suave (floral)	Dulce/especiado	Escala sensorial

<b>Textura</b>	Quebradiza (estructura cristalina)	Quebradiza (estructura cristalina)	Quebradiza (estructura cristalina)	Análisis de textura
<b>Tiempo sumergido en N<sub>2</sub></b>	30 s	40 s	30 s	Minutos hasta vitrificación
<b>Color posttratamiento</b>	Marrón	Marrón claro	Marrón oscuro	Retención de color
<b>Vida útil</b>	6 meses (en vacío)	6 meses (en vacío)	8 meses (en vacío)	Estabilidad microbiana

## 2.2.2 Análisis organoléptico del Eucalipto (*Corymbia citriodora*)

Para comprender el impacto de las diferentes técnicas de conservación en las propiedades organolépticas del Eucalipto (*Corymbia citriodora*), se realizó un análisis organoléptico comparativo que detalla las variaciones de color, aroma, sabor y textura de las hojas tratadas de Eucalipto, lo que permite evaluar cómo cada método altera su perfil sensorial distintivo. Como se muestra en la **Tabla 10** y se complementa en el **Anexo AA**, las hojas sometidas a caramelización y criogenización presentaron un aroma cítrico más intenso y una textura cristalina, lo que evidencia la capacidad de estas técnicas para preservar y potenciar compuestos volátiles como el citronelal.

**Tabla 10**

*Análisis organoléptico comparativo del Eucalipto (Corymbia citriodora)*

<b>Parámetro</b>	<b>Muestra Fresca (Control)</b>	<b>Liofilización</b>	<b>Caramelización</b>	<b>Criogenización</b>
<b>Color</b>	Verde brillante	Amarillo verdoso	Verde oscuro	Marrón
<b>Aroma</b>	Fresco, penetrante	Cítrico (citronelal), intenso	Tostado, notas a miel	Cítrico (citronelal), intenso
<b>Sabor</b>	Intenso, amargo	Fresco, dulce	Dulce-amargo	Dulce-amargo
<b>Textura</b>	Flexible, arenosa	Porosa, crujiente	Rígida, quebradiza	Frágil, cristalización evidente

**2.2.3 Análisis organoléptico de la Malva (*Malva sylvestris*)**

Al igual que con el Eucalipto, la evaluación organoléptica de la Malva (*Malva sylvestris*) es crucial para entender el impacto de las técnicas de conservación en sus características sensoriales. Esta sección presenta un análisis comparativo que detalla las alteraciones en el color, aroma, sabor y textura de la Malva, contrastando su estado fresco con los resultados obtenidos tras la liofilización, caramelización y criogenización, lo que permite apreciar la influencia de cada método en su perfil organoléptico.

**Tabla 11**

*Análisis organoléptico comparativo de la Malva (*Malva sylvestris*)*

Parámetro	Muestra Fresca (Control)	Liofilización	Caramelización	Criogenización
Color	Verde claro mate	Marrón dorado	Marrón claro	Marrón claro
Aroma	Aroma floral intenso	Floral intenso, bien conservado	Notas a caramelo	Floral intenso, bien conservado
Sabor	Fresco y herbal	Fresco, ligeramente terroso y dulce	Dulce floral	Fresco, ligeramente dulce
Textura	Suave y flexible	Ligera, ligeramente quebradiza	Quebradiza y seca	Frágil, cristalina

**2.2.4 Análisis organoléptico de la Canela (*Cinnamomum verum*)**

Este apartado presenta el análisis organoléptico comparativo de la Canela (*Cinnamomum verum*), mostrando cómo las técnicas de liofilización, caramelización y criogenización alteran sus propiedades sensoriales igualmente detallando las variaciones en color, aroma, sabor y textura respecto a la muestra fresca, revelando el impacto de cada método en el perfil distintivo de la canela.

**Tabla 12**

*Análisis organoléptico comparativo de la Canela (Cinnamomum verum)*

Parámetro	Muestra Fresca (Control)	Liofilización	Caramelización	Criogenización
<b>Color</b>	Verde brillante	Amarillo verdoso	Amarillo verdoso	Marrón oscuro
<b>Aroma</b>	Aroma especiado intenso	Intenso a cinamaldehído	Notas tostadas	Aroma especiado intenso
<b>Sabor</b>	Especiado, amargo	Amargo	Dulce con fondo amargo	Dulce y amargo
<b>Textura</b>	Flexible	Quebradiza	Dura y ligeramente pegajosa	Uniforme

La siguiente tabla presenta una comparación general de los atributos organolépticos observados en las hojas de eucalipto, malva y canela, según la técnica vanguardista aplicada. Se resumen las percepciones del panel de cata en cuanto a aroma, sabor, textura, color y nivel de aceptación. Esta síntesis permite visualizar de forma clara cómo cada técnica influye en las propiedades sensoriales de las hojas tratadas, destacando sus posibles aplicaciones en la gastronomía contemporánea.

**Tabla 13**

*Comparación general de atributos organolépticos según técnica aplicada*

Hoja / Técnica	Aroma	Sabor	Textura	Color	Aceptación Panel
<b>Eucalipto - Liofiliz.</b>	Cítrico intenso	Fresco, dulce	Porosa, crujiente	Amarillo verdoso	Alta
<b>Eucalipto - Carameliz.</b>	Notas tostadas, a miel	Dulce-amargo	Rígida, quebradiza	Verde oscuro	Media
<b>Eucalipto - Criogeniz.</b>	Cítrico intenso, fresco	Dulce-amargo	Frágil, cristalizada	Marrón	Alta
<b>Malva - Liofiliz.</b>	Floral intenso	Dulce, terroso	Ligeramente quebradiza	Marrón dorado	Muy alta
<b>Malva - Carameliz.</b>	Notas a caramelo	Dulce floral	Quebradiza	Marrón claro	Alta

---

<b>Malva - Criogeniz.</b>	Floral conservado	Ligeramente dulce	Frágil, cristalina	Marrón claro	Alta
<b>Canela - Liofiliz.</b>	Intenso a cinamaldehído	Amargo	Quebradiza	Amarillo verdoso	Media
<b>Canela - Carameliz.</b>	Notas tostadas, especiadas	Dulce con fondo amargo	Pegajosa, dura	Marrón oscuro	Alta
<b>Canela - Criogeniz.</b>	Especiado intenso	Dulce y amargo	Cristalizada	Marrón oscuro	Alta

---

**Capítulo 3. Viabilidad de aplicaciones gastronómicas incorporando las hojas tratadas**

En este capítulo se explora la viabilidad gastronómica de las hojas de eucalipto, malva y canela tras ser sometidas a las técnicas vanguardistas. A través de cuadros de desarrollo y propuestas culinarias, se plantea su aplicación en platos innovadores, considerando sus perfiles organolépticos y posibilidades sensoriales en la alta cocina.

**3.1 Cuadros de desarrollo gastronómico**

Más allá de las propiedades organolépticas individuales, la aplicación culinaria de las hojas tratadas es crucial para su viabilidad gastronómica. En esta sección, se presentan cuadros de desarrollo que detallan el potencial de cada hoja (Eucalipto, Malva y Canela) según la técnica de conservación aplicada, explorando su uso culinario, tipo de plato sugerido y la justificación detrás de estas aplicaciones, con el fin de guiar futuras innovaciones en la cocina.

**Tabla 14**

*Cuadros de desarrollo gastronómico para Eucalipto (Corymbia citriodora) tratado*

<b>Técnica</b>	<b>Propiedades organolépticas</b>	<b>Uso gastronómico</b>	<b>Tipo de Plato</b>	<b>Justificación</b>
<b>Liofilización</b>	Aroma cítrico intenso, textura porosa y crujiente	Decoración, infusión, polvo aromático	Postres, cócteles	Preserva los aromas cítricos (citronelal), ideal para aportar frescura y aroma. El proceso de Maillard añade notas tostadas y dulces, compatible con postres.
<b>Caramelización</b>	Notas tostadas y dulces, color marrón	Saborizante para helados o reducciones	Pre-postres, salsas	Gracias a la rápida congelación permite crear texturas ligeras, aunque con
<b>Criogenización</b>	Aroma herbáceo intenso, textura frágil	Espumas	Entradas y postres	

menor intensidad aromática.

**Tabla 15**

*Cuadros de desarrollo gastronómico para Malva (Malva sylvestris) tratada*

Técnica	Propiedades Organolépticas	Uso Culinario	Tipo de Plato	Justificación
<b>Liofilización</b>	Color marrón dorado, aroma floral, textura delicada	Infusión fría, gelificación	Bebidas, petit fours	Mantiene aromas fuertes, perfecta para técnicas como esferificación. La caramelización realza su dulzor natural, contrastando con ingredientes ácidos (ej.: cítricos).
<b>Caramelización</b>	Tonos marrones, sabor dulce y floral	Crujiente en ensaladas, polvo decorativo	Entradas, postres	Su estructura absorbe líquidos, útil para rellenos o mousses.
<b>Criogenización</b>	Textura quebradiza, aroma intenso	Mousses o rellenos	Cocina vanguardista	

**Tabla 16**

*Cuadros de desarrollo gastronómico para la Canela (Cinnamomum verum) tratada*

Técnica	Propiedades Organolépticas	Uso Culinario	Tipo de Plato	Justificación
<b>Liofilización</b>	Aroma especiado intenso, textura homogénea y amarga	Polvo para espumas	Postres, platos principales	El cinamaldehído se conserva íntegramente, potenciando platos con contrastes cálidos. La reacción de Maillard complementa proteínas, añadiendo profundidad umami.
<b>Caramelización</b>	Notas tostadas y ahumadas, color marrón oscuro	Salsa para carnes, glaseado	Platos principales	

---

<b>Criogenización</b>	Sabor más suave, textura cristalizada	Aire de canela, cócteles	Mixología, vanguardia	La baja temperatura permite extraer compuestos aromáticos sin oxidación.
-----------------------	---------------------------------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------------------------------------------------------

---

## 3.2 Propuestas gastronómicas

### 1. Eucalipto (*Corymbia citriodora*): "Bosque Frío Andino"

Concepto: Reinterpretación de un bosque nublado ecuatoriano mediante contrastes térmicos y texturas, usando técnicas de vanguardia con identidad local.

Ejecución: Mousse de eucalipto liofilizado incorporado a una crema *chantilly* de leche de vaca de Cayambe con una capa de un sorbete de mora de los Andes (ácido) para simular "frío húmedo" y una base de crema de yogur helado.

Texturas complementarias: Crujiente de chocolate Paccari al 70%, mezclado con nibs de cacao tostado. Y para simular un rocío un spray de infusión de eucalipto liofilizado (disuelto en agua de azahar).

Decoración: Hojas de eucalipto caramelizadas con panela.

### 2. Malva: "Flor de Nube"

Concepto: Amuse-bouche que reinterpreta una flor de los páramos ecuatorianos.

Ejecución: Espuma de leche de cabra combinando la hoja tratada de malva con la técnica de liofilización y en el centro una perla (esferificación) de miel de abeja para darle un toque más dulce y llamativo.

Decoración: Pétalos de flor de malva

### 3. Canela: "Tierra y Fuego" (Plato principal)

Concepto: Fusionar lo terroso y lo especiado en un plato savoury (preparaciones que no son dulces, sino más bien salados o con sabor a carne).

Ejecución: Costra de canela caramelizada en lomo de venado + espuma de puré de camote con hoja tratada de canela criogenizada. Se puede presentar como láminas o lonchas de venado sellado con espuma de camote, crujientes de canela criogenizada y reducción de vino tinto.

Decoración: polvo de canela caramelizada y criogenizada.

### 3.3 Análisis de resultados

Para el análisis sensorial se utilizó una escala diseñada específicamente para esta investigación, basada en el modelo de escala hedónica de 5 puntos y enriquecida con descriptores técnicos para cada criterio evaluado.

Las dimensiones consideradas fueron:

**Aroma:** “Muy desagradable y débil”, “Desagradable o artificial”, “Neutro / poco perceptible”, “Agradable y natural” y “Muy agradable, intenso y auténtico”.

**Textura:** “Muy desagradable”, “Poco agradable”, “Neutral”, “Agradable” y “Muy agradable”.

**Perfil de sabor:** Opción múltiple entre “Dulce”, “Ácido”, “Amargo”, “Salado” y “Umami”.

**Recomendación:** “Sí”, “No”, “Tal vez”.

**Aceptación:** “Sí”, “No”, “Tal vez”.

Las escalas fueron validadas en una prueba piloto informal con 2 voluntarios antes de su aplicación formal. Los resultados fueron tabulados mediante frecuencia porcentual, generando una matriz de evaluación por cada tipo de hoja y método de tratamiento.

A continuación, se presentará un análisis de los factores más y menos relevantes de la tabla de resultados de la encuesta de valoración organoléptica realizada al panel de cata correspondiente, considerando M1 (Método 1) como Caramelización + Criogenización y M2 (Método 2) como Caramelización + Liofilización.

Según los resultados del **Anexo M** al **Anexo NN**, las muestras tratadas con la técnica de caramelización + criogenización (M1) obtuvieron mayores índices de aceptación en aroma y sabor, especialmente en las hojas de malva, lo cual refuerza su preferencia sensorial frente a las demás combinaciones. Esta tendencia fue consistente con los porcentajes más altos en los criterios “Muy agradable” y “Agradable” tanto en aroma como en sabor, lo que demuestra que la combinación de calor controlado con choque térmico criogénico permite conservar y realzar compuestos volátiles y dulces naturales de la materia vegetal.

**Tabla 17**

*Resultados de la encuesta realizada al panel de cata*

		Eucalipto		Malva		Canela		Promedio
		M1	M2	M1	M2	M1	M2	
Aroma	Agradable y natural	25.0 %	<b>62.5%</b>	37.5 %	25.0%	<b>62.5 %</b>	50.0 %	<b>43.8%</b>
	Muy agradable, intenso y auténtico	<b>75.0 %</b>	25.0%	37.5 %	37.5%	25.0 %	25.0 %	37.5%
	Neutro / poco perceptible	0.0%	12.5%	12.5 %	37.5%	12.5 %	25.0 %	16.7%
	Desagradable o artificial	0.0%	0.0%	12.5 %	0.0%	0.0%	0.0%	2.1%
Textura	Agradable	<b>62.5 %</b>	<b>62.5%</b>	50.0 %	37.5%	37.5 %	50.0 %	<b>50.0%</b>
	Muy agradable	0.0%	12.5%	37.5 %	<b>62.5%</b>	12.5 %	12.5 %	22.9%

Perfil de sabor	Neutral	25.0 %	25.0%	12.5 %	0.0%	37.5 %	12.5 %	18.8%
	Poco agradable	12.5 %	0.0%	0.0%	0.0%	12.5 %	25.0 %	8.3%
	Dulce	<b>87.5</b> %	37.5%	<b>75.0</b> %	<b>100.0</b> %	<b>75.0</b> %	25.0 %	<b>66.7%</b>
	Dulce, Amargo	12.5 %	50.0%	0.0%	0.0%	12.5 %	50.0 %	20.8%
	Amargo	0.0%	12.5%	0.0%	0.0%	12.5 %	25.0 %	8.3%
¿Recomendarías ?	Dulce, Umami	0.0%	0.0%	25.0 %	0.0%	0.0%	0.0%	4.2%
	Sí	<b>62.5</b> %	50.0%	<b>75.0</b> %	<b>87.5%</b>	50.0 %	37.5 %	<b>60.4%</b>
	Tal vez	37.5 %	50.0%	25.0 %	12.5%	50.0 %	50.0 %	37.5%
¿Volverías a consumir?	No	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	12.5 %	2.1%
	Sí	<b>75.0</b> %	37.5%	<b>75.0</b> %	<b>100.0</b> %	50.0 %	37.5 %	<b>62.5%</b>
	Tal vez	25.0 %	<b>62.5%</b>	25.0 %	0.0%	37.5 %	37.5 %	31.3%
	No	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	12.5 %	25.0 %	6.3%

## Factores más relevantes

### 1. Perfil de Sabor (Dulce)

El perfil de sabor de las hojas de Eucalipto, malva y canela se caracterizó por un predominio de la nota "Dulce", descrita por un 66.7% de los panelistas en promedio, destacándose como el atributo más relevante. La aplicación combinada de caramelización y criogenización (M1) demostró un efecto potenciador en la percepción de dulzor, alcanzando valores máximos en Malva (100%), Canela (75%) y Eucalipto (87.5%), lo que sugiere que esta técnica no solo preserva, sino que podría intensificar la expresión dulce en hierbas aromáticas. Mientras que, el método M2 (caramelización + liofilización) presentó una reducción significativa en la descripción "Dulce" para Eucalipto (37.5%) y Canela (25%), indicando que la liofilización podría atenuar esta percepción o favorecer el desarrollo de otros perfiles como amargo o umami.

### 2. Aroma (Agradable y Natural / Muy Agradable, Intenso y Penetrante)

En el Eucalipto M1, el 75% de los panelistas describió el aroma como "Muy agradable, intenso y penetrante", lo que evidencia la eficacia de la criogenización para realzar las notas cítricas características. Una respuesta similar se observó en la Canela M1, donde el 62.5% de los evaluadores percibió un aroma "Agradable y natural", reforzando el potencial de esta técnica en la conservación de perfiles aromáticos. Por otro lado, en las muestras procesadas con M2, aunque se mantuvieron las descripciones positivas ("Agradable y natural" o "Muy agradable"), los porcentajes fueron inferiores en comparación con M1, especialmente en Eucalipto y Canela. Esto sugiere que la liofilización podría generar una ligera modificación en la intensidad aromática, posiblemente debido a alteraciones en los compuestos volátiles durante el proceso.

### **3. ¿Recomendarías este producto a otras personas? y ¿Volverías a consumir este producto elaborado con estas técnicas y hojas? (Aceptación General)**

La aceptación en general destaca la excelente recepción de la Malva M1, con un 75% de recomendación y disposición a volver a consumirla, llegando incluso al 100% en M2, lo que confirma su alta preferencia. En cambio, para Eucalipto y Canela, la combinación (M1) obtuvo mayores porcentajes de aceptación frente a M2 (liofilización), reforzando que esta técnica genera productos más atractivos para los consumidores. Estos datos sugieren que, aunque la Malva tiene buena aceptación en ambos métodos, la criogenización potencia la preferencia en hierbas como el eucalipto y la canela.

### **4. Textura (Agradable)**

Los resultados revelan una aceptación favorable en todas las muestras, con un 50% de los panelistas calificándola como "Agradable" y un 22.9% como "Muy agradable". Siendo el porcentaje más alto en Eucalipto con el 62.5% en textura "Agradable". Así mismo, en el caso de la Malva M2 resultó particularmente destacado, alcanzando un 62.5% de evaluadores que la describieron como "Muy agradable". Este dato sugiere que,

específicamente para la Malva, el M2 podría provocar modificaciones que generan una textura bien valorada, posiblemente debido a una mejor preservación de sus componentes durante el proceso de sublimación.

### **Factores menos relevantes**

#### **1. Aroma (Neutro / Poco Perceptible y Desagradable / Artificial)**

Los atributos sensoriales evaluados demuestran una notable aceptación general de los productos. En cuanto al aroma, los bajos porcentajes de descriptores negativos ("Neutro/poco perceptible": 16.7%; "Desagradable/artificial": 2.1% en promedio) confirman la efectividad de ambos métodos de conservación para preservar las cualidades aromáticas. Cabe destacar que únicamente la Malva M1 presentó un 12.5% de percepción "Desagradable/artificial", aunque es un porcentaje mínimo, sugiere optimizar parámetros en su procesamiento.

#### **2. Perfil de Sabor (Amargo y Dulce, Umami)**

Respecto al perfil de sabor, la única muestra con un porcentaje relevante es un 25% en "Amargor" de la Canela M2 lo que podría relacionarse con efectos específicos de la liofilización en esta hoja.

#### **3. Textura (Neutral y Poco Agradable)**

En cuanto a la textura, los porcentajes fueron de moderados a bajos, destacando únicamente la Canela M2 con un 25% de percepción como "Poco agradable". Sin embargo, el promedio general de esta categoría se mantuvo bajo (8.3%), lo que refuerza la tendencia positiva en la aceptación textural. Estos resultados confirman que, salvo excepciones puntuales, las técnicas usadas lograron mantener texturas que la mayoría disfrutó, sin generar rechazos significativos.

**Tabla 18**

*Relación entre técnica aplicada y mejor respuesta organoléptica por hoja*

Hoja	Técnica que mejoró aroma	Técnica que mejoró sabor	Técnica con mejor textura	Técnica con mayor aceptación (panel)
<b>Eucalipto</b>	Criogenización	Criogenización	Liofilización	Caramelización + Criogenización (M1)
<b>Malva</b>	Liofilización	Caramelización	Liofilización	Caramelización + Criogenización (M1)
<b>Canela</b>	Criogenización	Caramelización	Criogenización	Caramelización + Criogenización (M1)

Los resultados obtenidos en el análisis sensorial y en la encuesta de valoración organoléptica permiten establecer una relación entre las técnicas aplicadas y el comportamiento sensorial de cada hoja. La malva presentó mejores resultados con la liofilización en cuanto a aroma y textura, mientras que su perfil de sabor fue potenciado mediante caramelización. Por su parte, el eucalipto y la canela respondieron de manera más favorable a la criogenización, especialmente en lo referente a la conservación de compuestos aromáticos y texturales. Estas observaciones se vieron respaldadas por la evaluación del panel de cata, donde la combinación de caramelización + criogenización obtuvo los mayores niveles de aceptación, destacando particularmente en las muestras de malva (**ver Anexos M a NN**). Con base en estos hallazgos, se concluye que los objetivos planteados en este estudio fueron alcanzados satisfactoriamente, evidenciando el potencial gastronómico y sensorial de las hojas tratadas mediante técnicas vanguardistas.

Como proyección futura, se sugiere desarrollar investigaciones que amplíen la aplicación de estas técnicas vanguardistas en otros productos vegetales nativos o poco

utilizados, como hojas de mashua, mortiño, orégano silvestre o especies aromáticas locales. Asimismo, se propone analizar su efecto en insumos de origen animal como proteínas curadas o fermentadas, y evaluar cómo estas técnicas modifican sus características sensoriales y de conservación. Otras líneas de investigación podrían centrarse en los efectos nutricionales, la actividad antioxidante, la estabilidad microbiológica y la vida útil de los productos tratados. Finalmente, se plantea explorar su incorporación en contextos productivos reales, como emprendimientos gastronómicos, menús sostenibles o desarrollos para la industria alimentaria, con énfasis en la innovación culinaria, el rescate de ingredientes locales y la tecnología alimentaria aplicada a la sostenibilidad.

## Referencias

- Achatz, G. (2016). *Alinea*. Ten Speed Press.
- Achatz, G., & Kokonas, N. (2011). *Life, on the Line: A Chef's Story of Chasing Greatness, Facing Death, and Redefining the Way We Eat*. Gotham Books.
- Adrià, F. (2005). *El Bulli 1983-2005*. RBA Libros.
- Adrià, F. (2011). *The Family Meal: Home Cooking with Ferran Adrià*. Phaidon Press.
- Adrià, F., Soler, J., & Adrià, A. (2008). *A Day at elBulli: An Insight into the Ideas, Methods and Creativity of Ferran Adrià*. Phaidon Press.
- Aguilera, J. M. (2010). *Edible Structures*. Springer.
- Barron, R. F. (1985). *Cryogenic Systems* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Barcelona Culinary Hub. (2024). *Tecnología gastronómica*.  
<https://www.barcelonaculinaryhub.com/blog/tecnologia-gastronomica>
- Belitz, H.-D. (2009). *Food Chemistry* (4th ed.). Springer.
- Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). *Food Chemistry*. Springer.
- Bentz, E., & Acosta, J. (2019). *Gastronomía molecular: la ciencia en la cocina*. *Conexiones*, 1(5), 125–133. <https://ojs.ucp.edu.ar/index.php/conexiones/article/view/519>
- Blumenthal, H. (2008). *The Fat Duck Cookbook*. Bloomsbury Publishing.
- Blumenthal, H. (2013). *Historic Heston*. Bloomsbury Publishing.
- Carême, M.-A. (1815). *Le Pâtissier Royal Parisien*. Flammarion.
- Charro, M. P. (2023). Sostenibilidad en la gastronomía Prácticas y desafíos. *Kosmos*, 53-54.
- Escoffier, A. (1903). *Le Guide Culinaire*. Flammarion.
- Fahy, G. M. (1984). Vitrification as an Approach to Cryopreservation. *Cryobiology*, 21(4), 407–426. [https://doi.org/10.1016/0011-2240\(84\)90079-8](https://doi.org/10.1016/0011-2240(84)90079-8)
- Flosdorf, E. W., & Mudd, S. (1949). *Lyophilization*. Medical Physics.
- Gasparetto, J. C. (2012). Ethnobotanical and scientific aspects of *Malva sylvestris* L.: a millennial herbal medicine. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 64(2), 172–189.
- Goodger, J. Q. (2016). Phytochemical variation in *Corymbia citriodora*. *Industrial Crops and Products*.
- Montagné, P. (1938). *Larousse Gastronomique*. Éditions Larousse.
- Petrini, C. (2005). *Slow Food: The Case for Taste*. Columbia University Press.

- Petrini, C., & Padovani, G. (2013). *Slow Food Revolution: A New Culture for Eating and Living*. New York: Rizzoli.
- Rahman, M. S. (2020). *Handbook of Food Preservation (3<sup>a</sup> ed.)*. CRC Press.
- Ratti, C. (2001). Hot air and freeze-drying. *Journal of Food Engineering*.
- Ratti, C. (2001). Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review. *Journal of Food Engineering*, 311–319.
- Redzepi, R. (2010). *Noma: Time and Place in Nordic Cuisine*. Phaidon Press.
- Redzepi, R., & Zilber, D. (2018). *The Noma Guide to Fermentation*. Artisan.
- This, H. (2005). *Molecular Gastronomy: Exploring the Science of Flavor*. Columbia University Press.

## Anexos

### Anexo A

*Hojas de Eucalipto (Corymbia citriodora) y Malva (Malva sylvestris) en deshidratación*



### Anexo B

*Hojas de Eucalipto (Corymbia citriodora) y Canela (Cinnamomum verum) en deshidratación*



## Anexo C

*Hojas de Canela (Cinnamomum verum) en deshidratación*



## Anexo D

*Hojas de Eucalipto (Corymbia citriodora), Malva (Malva sylvestris) y Canela (Cinnamomum verum) previas a horneado*



## Anexo E

*Hojas de Eucalipto (Corymbia citriodora), Malva (Malva sylvestris) y Canela (Cinnamomum verum) horneadas*



## Anexo F

*Producto final polvo de Hojas de Eucalipto (Corymbia citriodora) con la técnica de Caramelización + Liofilización*



## Anexo G

*Producto final polvo de Hojas de Malva (Malva sylvestris) con la técnica de Caramelización*

*+ Liofilización*



## Anexo H

*Producto final polvo de Hojas de Canela (Cinnamomum verum) con la técnica de*

*Caramelización + Liofilización*



## Anexo I

*Producto final polvo de Hojas de Eucalipto (Corymbia citriodora) con la técnica de Caramelización + Criogenización*



## Anexo J

*Producto final polvo de Hojas de Malva (Malva sylvestris) con la técnica de Caramelización + Criogenización*



## Anexo K

*Producto final polvo de Hojas de Canela (Cinnamomum verum) con la técnica de Caramelización + Criogenización*



## Anexo L

*Panel de cata*

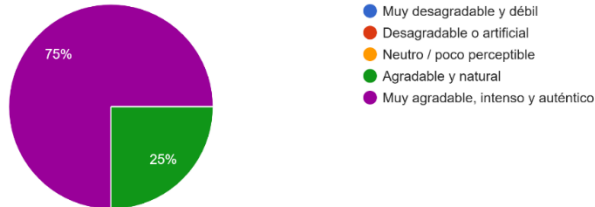


## Anexo M

Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Eucalipto

¿Como describirías el aroma del producto en cuanto a calidad e intensidad?

¿Cómo describirías el aroma del producto en cuanto a calidad e intensidad?  
8 respuestas

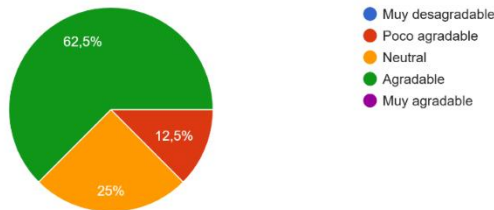


## Anexo N

Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Eucalipto

¿Cómo calificarías la textura del producto?

¿Cómo calificarías la textura del producto?  
8 respuestas

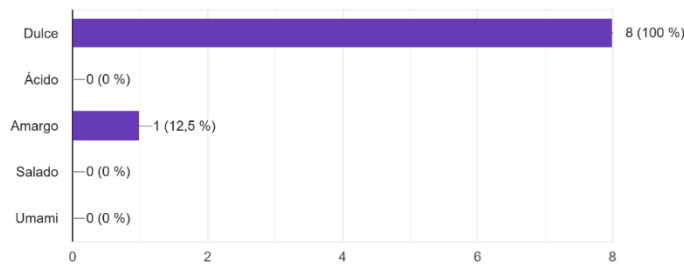


## Anexo O

Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Eucalipto ¿Qué

perfil de sabor esta más apegado a este producto?

¿Qué perfil de sabor esta más apegado a este producto?  
8 respuestas

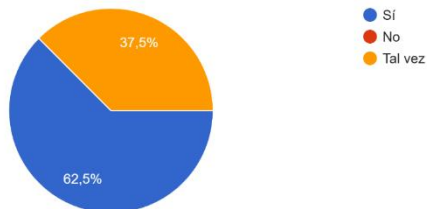


## Anexo P

*Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Eucalipto*

*¿Recomendarías este producto a otras personas?*

¿Recomendarías este producto a otras personas?  
8 respuestas

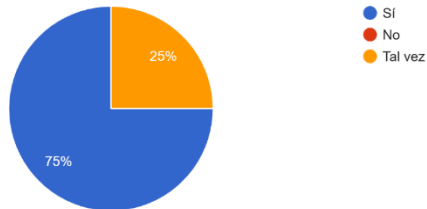


## Anexo Q

*Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Eucalipto*

*¿Volverías a consumir este producto elaborado con estas técnicas y hojas?*

¿Volverías a consumir este producto elaborado con estas técnicas y hojas?  
8 respuestas

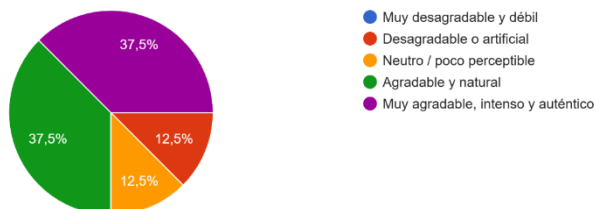


## Anexo R

*Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Malva ¿Como describirías el aroma del producto en cuanto a calidad e intensidad?*

¿Cómo describirías el aroma del producto en cuanto a calidad e intensidad?

8 respuestas

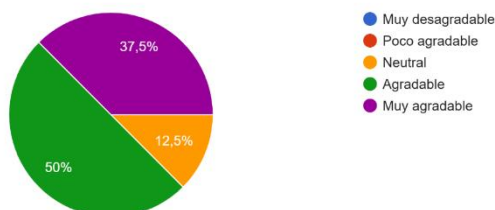


## Anexo S

*Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Malva ¿Cómo calificarías la textura del producto?*

¿Cómo calificarías la textura del producto?

8 respuestas

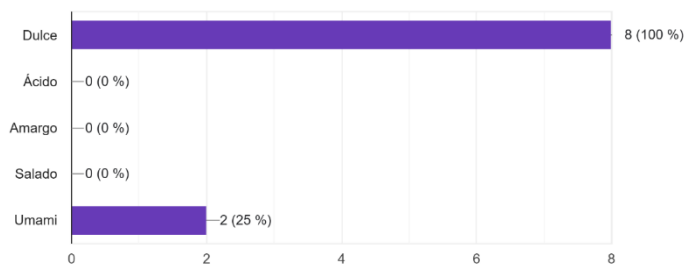


## Anexo T

*Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Malva Eucalipto ¿Qué perfil de sabor esta más apegado a este producto?*

¿Qué perfil de sabor esta más apegado a este producto?

8 respuestas

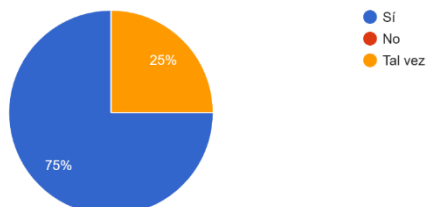


## Anexo U

Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Malva

¿Recomendarías este producto a otras personas?

¿Recomendarías este producto a otras personas?  
8 respuestas

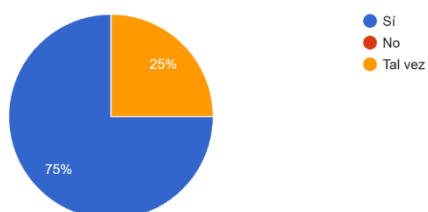


## Anexo V

Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Malva

¿Volverías a consumir este producto elaborado con estas técnicas y hojas?

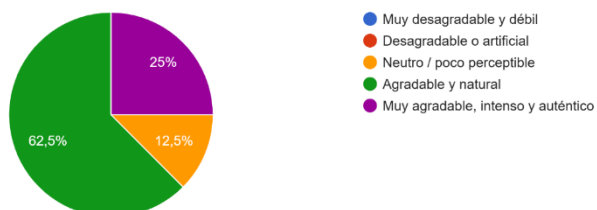
¿Volverías a consumir este producto elaborado con estas técnicas y hojas?  
8 respuestas



## Anexo W

Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Canela ¿Cómo describirías el aroma del producto en cuanto a calidad e intensidad?

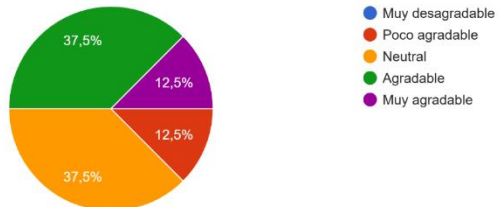
¿Cómo describirías el aroma del producto en cuanto a calidad e intensidad?  
8 respuestas



## Anexo X

*Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Canela ¿Cómo calificarías la textura del producto?*

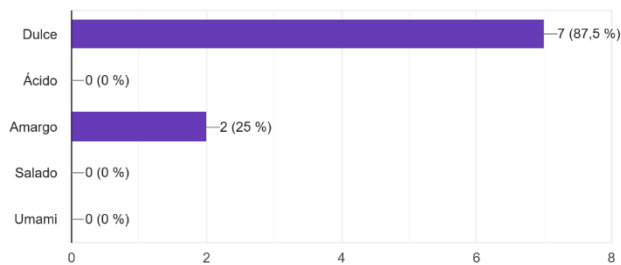
¿Cómo calificarías la textura del producto?  
8 respuestas



## Anexo Y

*Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Canela ¿Qué perfil de sabor esta más apegado a este producto?*

¿Qué perfil de sabor esta más apegado a este producto?  
8 respuestas

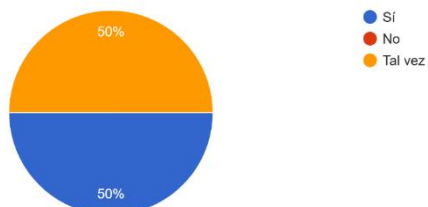


## Anexo Z

Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Criogenización en Canela

¿Recomendarías este producto a otras personas?

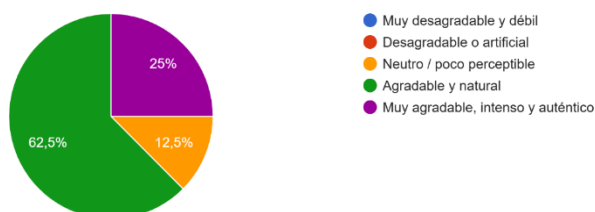
¿Recomendarías este producto a otras personas?  
8 respuestas



## Anexo AA

Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Eucalipto ¿Cómo describirías el aroma del producto en cuanto a calidad e intensidad?

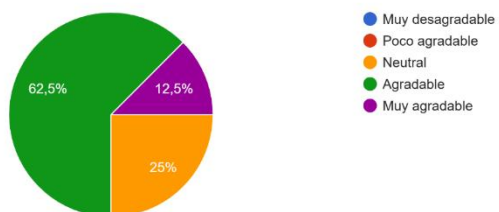
¿Cómo describirías el aroma del producto en cuanto a calidad e intensidad?  
8 respuestas



## Anexo BB

Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Eucalipto ¿Cómo calificarías la textura del producto?

¿Cómo calificarías la textura del producto?  
8 respuestas

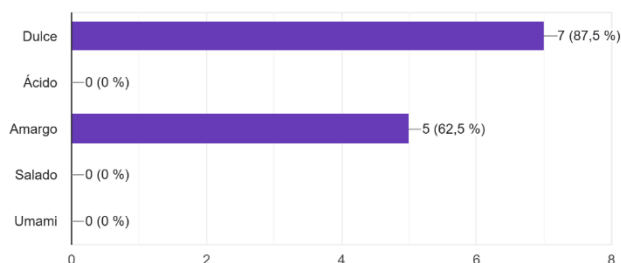


## Anexo CC

Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Eucalipto ¿Qué perfil de sabor esta más apegado a este producto?

¿Qué perfil de sabor esta más apegado a este producto?

8 respuestas

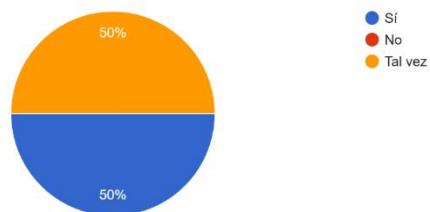


## Anexo DD

Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Eucalipto ¿Recomendarías este producto a otras personas?

¿Recomendarías este producto a otras personas?

8 respuestas

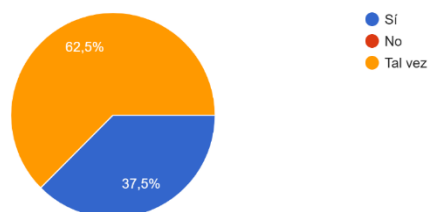


## Anexo EE

Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Eucalipto ¿Volverías a consumir este producto elaborado con estas técnicas y hojas?

¿Volverías a consumir este producto elaborado con estas técnicas y hojas?

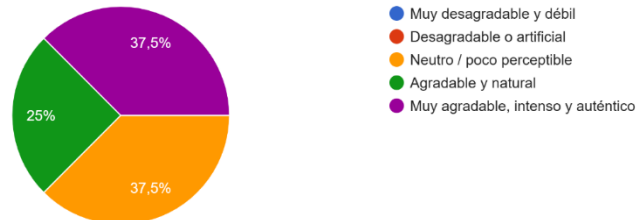
8 respuestas



## Anexo FF

*Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Malva ¿Cómo describirías el aroma del producto en cuanto a calidad e intensidad?*

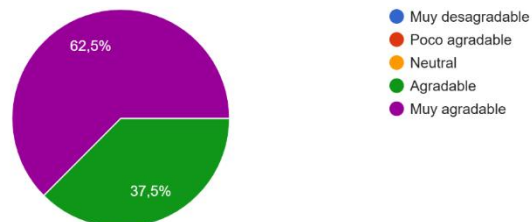
¿Cómo describirías el aroma del producto en cuanto a calidad e intensidad?  
8 respuestas



## Anexo GG

*Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Malva ¿Cómo calificarías la textura del producto?*

¿Cómo calificarías la textura del producto?  
8 respuestas

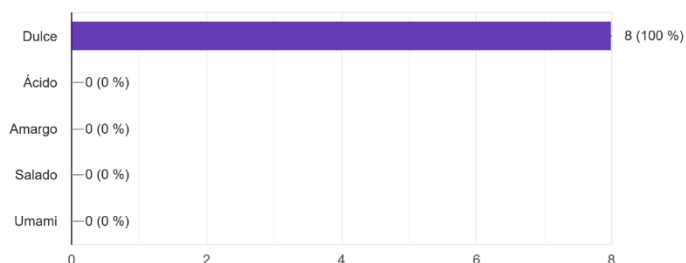


## Anexo HH

Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Malva ¿Qué perfil de sabor esta más apegado a este producto?

¿Qué perfil de sabor esta más apegado a este producto?

8 respuestas

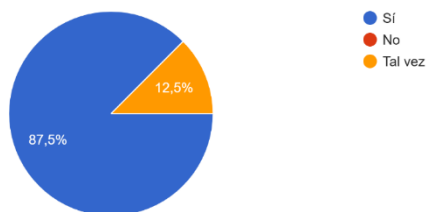


## Anexo II

Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Malva ¿Recomendarías este producto a otras personas?

¿Recomendarías este producto a otras personas?

8 respuestas

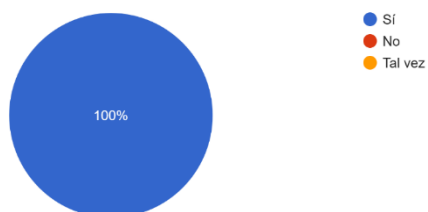


## Anexo JJ

Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Malva ¿Volverías a consumir este producto elaborado con estas técnicas y hojas?

¿Volverías a consumir este producto elaborado con estas técnicas y hojas?

8 respuestas

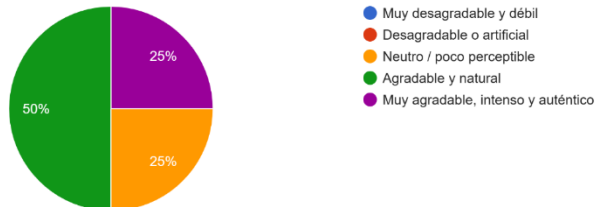


## Anexo KK

Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Canela ¿Cómo describirías el aroma del producto en cuanto a calidad e intensidad?

¿Cómo describirías el aroma del producto en cuanto a calidad e intensidad?

8 respuestas

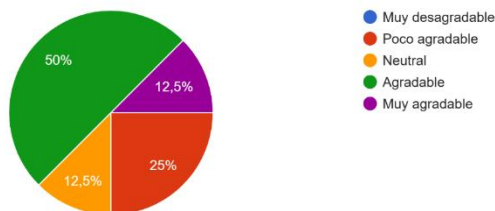


## Anexo LL

Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Canela ¿Cómo calificarías la textura del producto?

¿Cómo calificarías la textura del producto?

8 respuestas

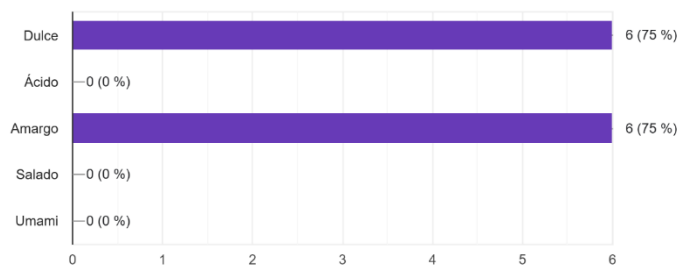


## Anexo MM

Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Canela ¿Qué perfil de sabor esta más apegado a este producto?

¿Qué perfil de sabor esta más apegado a este producto?

8 respuestas

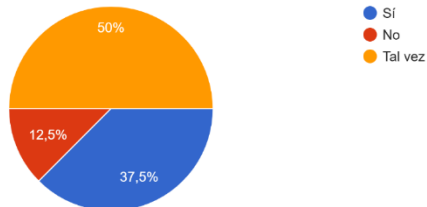


## Anexo NN

Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Canela

¿Recomendarías este producto a otras personas?

¿Recomendarías este producto a otras personas?  
8 respuestas



## Anexo OO

Encuesta realizada sobre la técnica de Caramelización + Liofilización en Canela ¿Volverías a consumir este producto elaborado con estas técnicas y hojas?

¿Volverías a consumir este producto elaborado con estas técnicas y hojas?  
8 respuestas

