

## Formación de un panel sensorial para evaluar la textura de calabaza y batata cocidas a vacío

Catalina Igual<sup>1,2</sup>; Gómez Beatriz<sup>1,2</sup>; Rosa Ana Abalos<sup>1,2</sup>

Autores: <sup>1</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Godoy Cruz 2290, C1425FQB, CABA, Argentina.

<sup>2</sup>Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, ICTAER-CONICET-UNER, Perón 64, 2820, Gualeguaychú, Argentina. <sup>3</sup>Facultad de Bromatología, Universidad Nacional de Entre Ríos, Perón 1154, 2820, Gualeguaychú, Argentina.

Contacto: [catalina.igual@uner.edu.ar](mailto:catalina.igual@uner.edu.ar)

ARK: <http://id.caicyt.gov.ar/ark://qsopo3249>

### Resumen

El propósito de este trabajo fue evaluar sensorialmente la textura de batata y calabaza cocidas a vacío o tratadas por cocción *sous-vide* y *cook-vide* mediante un panel de jueces entrenados y caracterizar instrumentalmente la textura y el color superficial. El proceso de entrenamiento incluyó la selección, motivación, fundamentación teórica y la aplicación de pruebas básicas de aromas y sabores, y pruebas específicas de evaluación descriptiva de muestras de batata y calabaza. El tiempo total de entrenamiento fue de seis meses. El panel estuvo conformado por doce jueces que evaluaron muestras de batata y calabaza con diferentes tratamientos térmicos (vapor, *sous-vide* y *cook-vide*). Los resultados mostraron que los métodos sensoriales descriptivos identificaron y cuantificaron las intensidades de los atributos evaluados, similares a los métodos instrumentales utilizados en este estudio.

## Introducción

Las cocciones *sous-vide* y *cook-vide*, son procesos que se caracterizan por emplear tiempos largos de cocción y bajas temperaturas (<100 °C) (Baldwin, 2010). Esto permite una mejor conservación de las características organolépticas y nutricionales de los alimentos. Se han realizados varios estudios que comparan ambas técnicas a vacío, en diversos alimentos (García-Segovia et al., 2007; García-Segovia et al., 2008). Sin embargo, no se han realizado estudios en Argentina que reflejen si el consumidor acepta estas nuevas técnicas de cocción, y si conoce las características organolépticas y nutricionales que las mismas proporcionan.

Por otro lado, este tipo de cocciones a vacío, particularmente en vegetales, deja casi intactas las paredes de sus células y ablanda los alimentos al disolver el material cementante, por lo que la textura es uno de los parámetros más importantes en la aceptabilidad de los vegetales. Además de la textura, el color es otra de las propiedades físicas que adquieren mayor importancia en los vegetales (Zavadlav et al., 2020). En la técnica de cocción *sous-vide* se utiliza un envase que impide las pérdidas por evaporación, ya sea de los aromas volátiles y/o humedad durante la cocción y, al bajar la presión parcial de oxígeno en el interior de la bolsa, se inhiben los cambios oxidativos responsables del desarrollo de sabores extraños. En cuanto a la técnica *cook-vide*, es un tratamiento en condiciones de vacío continuo que consiste en cocinar los alimentos a presión subatmosférica, en contacto directo con el líquido de cocción. Al trabajar a menor presión, se consigue reducir el punto de ebullición del líquido de cocción y del agua de constitución del producto, lo que permite deshidrataciones a menor temperatura y cocciones a baja temperatura, con los beneficios que ello representa para las características texturales y nutricionales.

En lo referente a calidad nutricional y sensorial, al trabajar a bajas temperaturas, se produce un menor deterioro de los compuestos que son susceptibles a elevadas temperaturas y se reducen oxidaciones al trabajar en condiciones de baja presión de oxígeno. En la evaluación de la calidad con consumidores, la textura es uno de los atributos principales y es un factor esencial en la percepción de los productos agroalimentarios (Fandos et al., 2011).

La caracterización sensorial de alimentos es una de las herramientas más empleadas en la evaluación de los mismos, ya que permite obtener una descripción completa de las características sensoriales de un producto. La evaluación de textura con un panel entrenado permite una mejor caracterización sensorial descriptiva de este parámetro que la proporcionada por el consumidor, quien solo juzga su calificación de una manera hedónica (Faye et al., 2006). El propósito de utilizar ambos tipos de paneles consiste en la posibilidad de evaluar preferencias o características de un producto usando el carácter subjetivo de los consumidores y el carácter objetivo que puede brindar un panelista entrenado. Los consumidores no cuentan con un entrenamiento previo en algún atributo en particular o cualidades sensoriales que puedan brindar una mayor información, por lo que se recurre a los paneles entrenados, quienes necesitan una preparación previa para realizar un veredicto objetivo. En estudios previos no publicados, desarrollados por el equipo de investigación integrante del presente proyecto, se observó que la textura es un factor limitante cuando se intenta cumplir con los requisitos de cocción de vegetales en los consumidores; por lo tanto, resulta necesario profundizar su estudio de manera objetiva.

La batata (*Ipomea batatas* L.) variedad Gem es una hortaliza muy cultivada en Argentina; se plantan entre 10.000 y 12.000 ha. Además, es considerada importante económicamente en algunas comunidades donde los productores se han especializado en su cultivo, como las zonas de San Pedro (Buenos Aires), Jesús María (Córdoba), Romang (Santa Fe), General Belgrano, El Espinillo, y General Güemes (Formosa), Bella Vista (Corrientes), Colonia Molina (Mendoza), la costa del Uruguay en Entre Ríos, y varias zonas en Tucumán. No existen en el país variedades de batata para uso industrial, sino que siempre se han empleado las mismas que para consumo en fresco (Martí, 2018). Es una hortaliza muy apreciada por los entrerrianos (Gagliano, 2017), presenta buen sabor, textura y excelente calidad nutritiva. Aunque la demanda se encuentra en aumento, el consumo de batata en el país es de aproximadamente 3 kg por habitante y por año, valor considerado bajo en comparación con el de calabaza y otras hortalizas competidoras de la batata en la dieta familiar (Valiente et al., 2011; Cusumano y Zamudio, 2013). Con el creciente interés del público por consumir alimentos más saludables, la batata se posiciona favorablemente como uno de ellos por su alto valor nutricional, ya que posee una alta Capacidad Antioxidante (CA), definida por el contenido de antocianinas, carotenos, vitaminas como la C y E, compuestos fenólicos y proteínas (Martí, 2018).

Por otro lado, la calabaza (*Cucurbita Moschata*) es una hortaliza de interés industrial por su gran adaptabilidad a mínimos procesamientos. Pertenece a la familia de las Cucurbitáceas, proveniente de zonas tropicales y subtropicales como México y América del Sur (Bisognin, 2002). Se la conoce como zapallo anco o calabacita. Se la considera una de las hortalizas más tradicionales en Argentina por su gran importancia económica, social y alimentaria. Su cultivo nacional involucra 32.496 ha y se producen 658.708 toneladas anuales. El destino principal de la producción nacional (95 %) es el mercado interno. Sólo el 3 % se exporta y el 2 % restante se destina a la producción de deshidratados (Della Gaspera, 2017). En cuanto a su valor nutritivo, es una buena fuente de nutrientes como el b-caroteno, posee gran cantidad de fibra y tiene bajo contenido energético. También es interesante por su versatilidad, ya que se puede utilizar en el desarrollo de productos alimenticios salados o dulces (Rojas et al., 2019). La calabaza se encuentra entre las cinco hortalizas de mayor consumo en la población argentina junto con el tomate, cebolla, zanahoria y lechuga, según la Encuesta Nacional de Gastos de Hogares 2012-13, siendo el consumo per cápita de 22 kg por año (Gagliano et al., 2017).

Considerando estos aspectos, se propone evaluar sensorialmente la textura de batata y calabaza cocidas a vacío por *sous-vide* y *cook-vide*, mediante un panel de jueces entrenados y caracterizar instrumentalmente la textura y el color superficial.

## 1. Materiales y métodos

Las hortalizas elegidas para este estudio fueron calabaza (*Cucurbita moschata*) y batata (*Ipomea batatas* L.) variedad Gem., obtenidas del mercado local.

### 2.1. Entrenamiento de panel sensorial

La evaluación sensorial de las hortalizas estudiadas se realizó en el laboratorio de análisis sensorial de la Facultad de Bromatología de la Universidad Nacional de Entre Ríos. Para describir las propiedades sensoriales se aplicó el método de perfiles senso-

riales (ISO 13299, 2003). Este método constó de dos fases: una fase inicial que permitió seleccionar, entrenar y validar a los evaluadores para integrar un panel y una fase posterior enfocada a la evaluación de las muestras. Un total de 15 evaluadores, de 22 a 27 años, participaron en este estudio, quienes fueron seleccionados y reclutados siguiendo estándares internacionales (ISO 8586, 2012). Todos ellos eran residentes de la ciudad de Gualeguaychú.

- Primera fase: selección, formación y validación de los evaluadores

Las pruebas aplicadas para la selección de los jueces fueron: test de gustos básicos, de umbral de reconocimiento, de ordenamiento de color, triangular y de reconocimiento fisiológico en textura (Tabla 1).

**Tabla 1.** Metodología utilizada en la fase de selección del panel entrenado

Metodología	Objetivos	Material
Test de gustos básicos (ISO 3972/2005)	Reconocer gustos básicos	Vasos de plástico de 50 ml con soluciones de 5 sabores básicos: Ácido cítrico (monohidratado) (0,43 g/l), Sulfato de quinina (2,00 g/l), Cloruro de sodio (1,19 g/l), Sacarosa (5,76 g/l), Agua neutra.
Test de umbral de reconocimiento	Identificar diferentes umbrales	Frascos de vidrio oscuros de rosca identificadas con el nombre de la sustancia química para que se vayan familiarizando. Las soluciones fueron de: vainilla, café, almendra, queso y tomillo.
Test de reordenamiento de color	Ordenar escala de colores	Cada asesor recibió una serie de 5 tubos con las siguientes concentraciones de colorante rojo: 100 %, 92 %, 84 %, 76 %, 68 %.
Prueba Triangular (ISO 4120)	Determinar la sensibilidad de los asesores	Procedimiento y presentación de las muestras: ABB AAB ABA BAA BBA BAB Platos y vasos descartables. Alimentos para la prueba: Yogur, Ilolay® firme (vainilla), Yogur Serenísima® firme (vainilla), Papas fritas Pehuamar®, Papas fritas Lays®, Nachos Día®, Doritos. Galletitas dulces tipo María Vocación®.
Test de reconocimiento fisiológico en textura	Determinar la existencia de alguna anomalía o deficiencia en la percepción de la textura	Cada evaluador recibió cuatro muestras (maní, zanahoria fresca, almendra y caramelo duro) en vasos de plásticos de 100 ml en orden aleatorio y se les solicitó ordenarlas por su grado de dureza (fuerza requerida para comprimir la muestra entre los molares).

Una vez analizados los resultados de esta fase, se seleccionó y capacitó a 12 evaluadores.

El entrenamiento se llevó a cabo durante un período de 6 meses con una sesión por semana. El objetivo fue desarrollar la memoria sensorial en cada miembro mediante el uso de vocabulario y escalas específicas para describir la textura de las hortalizas estudiadas. Para tal fin se realizó, en una primera instancia, una clase teórica práctica sobre análisis sensorial y atributos de textura para instruir a los seleccionados sobre concep-

tos de textura y método de perfil de textura. Luego, se trabajó con la presentación y reconocimiento de escalas de referencia para alimentos argentinos. Se utilizaron escalas para los atributos de dureza y fibrosidad. Por último, se aplicó un procedimiento estandarizado de análisis sensorial (UNE-ISO 6658,2019). Se realizaron varias sesiones con el fin de obtener un conjunto de descriptores, definir los procedimientos de evaluación de descriptores y establecer productos de referencia. En cada sesión se trabajó con un vegetal y con un método de cocción. Se evaluaron 16 muestras, 8 de calabaza y 8 de batata, cocidas mediante el tratamiento *sous-vide* con diferentes tiempos de cocción (15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 y 50 minutos). Con el método *cook-vide* se elaboraron 3 muestras de calabaza y 5 de batata, cocidas con 3 tiempos diferentes (15, 20, 25). Se discutieron y decidieron los atributos más adecuados para desarrollar una lista de descriptores que permitan evaluar la textura de la calabaza y batata cocida por *sous-vide* y *cook-vide* y establecer un perfil sensorial. Las muestras fueron presentadas en platos de plástico codificados con números aleatorios de 3 dígitos y acompañadas de galletitas de agua sin sal y agua mineral para enjuagar la boca entre muestras. Se evaluaron los atributos a utilizando una escala de intensidad de 10 cm, anclada en: dureza (de *blanda* a *muy dura*) fibrosidad (de *poco fibrosa* a *muy fibrosa*) color (de *poco intenso* a *muy intenso*), preferencia (de *más preferida* a *poco preferida*). El término *preferencia* se utilizó para determinar cuál era el tiempo de cocción más adecuado para considerarlas cocidas.

Durante este proceso de reorientación, se le solicitó que indicaran si el vocabulario existente era suficiente para describir las diferentes muestras. Para la evaluación final del producto se incorporaron términos que no son de textura pero que aportan a la caracterización de las muestras a evaluar.

## 2.2. Fase de evaluación de las muestras

Una vez capacitado y validado el panel, los evaluadores realizaron el análisis sensorial de las hortalizas evaluadas en este estudio. Las muestras fueron presentadas en platos de plástico codificados con números aleatorios de 3 dígitos y acompañadas de galletitas de agua sin sal y agua mineral para enjuagar la boca entre muestras. Evaluaron los atributos a utilizando una escala de intensidad de 10 cm, anclada en: dureza (de *blanda* a *muy dura*) fibrosidad (de *poco fibrosa* a *muy fibrosa*) color (poco intenso a *muy intenso*), jugosidad (muy baja humedad a *muy alta* humedad), gusto dulce (muy poco gusto dulce a *gusto dulce muy alto*)

## 2.3. Monitoreo y validación del panel

Se realizó retroalimentación verbal regular a los panelistas después de cada sesión de capacitación. El desempeño de los panelistas individuales fue monitoreado en términos de capacidad para reproducir resultados, discriminar estándares de referencia (es decir, soluciones y productos) y usar las escalas de calificación de manera similar en comparación con todo el panel. Las pruebas que se utilizaron para validar el panel fueron el test de gustos básicos y prueba triangular (Tabla 1)

## 2.4. Preparación de las muestras

Se acondicionaron mediante lavado, pelado y cortado en forma de cilindros de 5 cm de diámetro y 3 mm de espesor. Se utilizaron dos técnicas de cocción a vacío, *cook-vide* y *sous-vide*. El tiempo de cocción fue seleccionado por el panel entrenado. Para la cocción *sous-vide*, las muestras se envasaron a vacío dentro de bolsas de poliamida-polie-

tileno de permeabilidad al O<sub>2</sub> de 25 a 30 cm<sup>3</sup> / m<sup>2</sup> y permeabilidad al vapor de agua de 5 g / m<sup>2</sup> (Sealed Air Co, Argentina) y luego se sellaron en una máquina de envasado al vacío (Vacuum Packing ICC, Barcelona, España). Posteriormente, fueron incorporadas a un baño con regulación de temperatura y tiempo de circulación constante de agua (Ronner Compact 80060/80080) con una combinación temperatura/tiempo para cada hortaliza estudiada (Tabla 2). Las temperaturas de cocción fueron monitoreadas con una sonda marca Hanna (HI 93530). Para la técnica *cook-vide* se utilizó el equipo *Gastrovac*®. Las muestras se colocaron en una rejilla para evitar el contacto directo con el líquido de cocción. Luego se programó el equipo para que trabaje a vacío continuo (0,8 bar), según los tiempos y temperaturas para cada hortaliza (Tabla 2). Posteriormente, se envasaron a vacío utilizando las bolsas y equipo anteriormente mencionado. Finalmente, se llevaron a un baño de agua con hielo a 0 °C durante 2 minutos para lograr un enfriamiento rápido.

**Tabla 2.** Tiempos de cocción probados para cada método de cocción y verdura

Método de cocción	Tiempos de cocción de calabaza (min)	Tiempos de cocción de batata (min)
<i>Sous-vide</i>	15, 20, 25, 30, 35, 40, 45	15, 20, 25, 30, 35, 40, 45
<i>Cook-vide</i>	15, 20, 25	15, 20, 25

#### 2.4.1. Determinación del tiempo de cocción

Se determinó el tiempo de cocción para cada hortaliza y cada método de cocción mediante el panel entrenado. Se cocinaron muestras de calabaza y batata según los procedimientos descritos. Para cada vegetal, se presentaron cilindros de aproximadamente 10 g a temperatura ambiente en orden aleatorio. Se les solicitó que, para cada tipo de verdura, clasificaran desde la muestra más preferida (1 cm) a la muestra menos preferida (10 cm), con respecto a la textura.

### 2.5. Análisis instrumental

#### 2.5.1. Análisis de color

El color de la superficie de las muestras se midió usando un sistema de visión computacional, conformado por una zona de adquisición de imágenes, una cámara digital, y un software para procesar la información (Goñi y Salvadori, 2016). El sistema emplea un patrón de color X-Rite Color Checker (X-Rite Inc., Grand Rapids, Michigan, Estados Unidos), el cual permite ajustar un modelo empírico de conversión entre el espacio de color RGB de las imágenes digitales, y los parámetros L\*a\*b\* del espacio de color CIEL ab.

#### 2.5.2. Análisis de textura

Mediante un Texturómetro Instron 3342, se determinaron los parámetros de dureza y firmeza en muestras del producto cocido. Se evaluó la textura de las hortalizas cocidas por *sous-vide* y *cook-vide* y se utilizaron como muestra de control aquellas hortalizas cocidas por el método convencional de cocción a vapor. Se efectuó el test de compresión y los valores obtenidos de fuerza máxima de compresión se expresaron en Newton (N). Los ensayos fueron replicados 10 veces para cada una de las muestras, bajo las siguientes condiciones operativas: deformación del 30 % y velocidad de en-

sayo 0,5 mm s<sup>-1</sup>. La firmeza (resistencia) del material se calculó utilizando la relación entre la fuerza máxima y la deformación máxima.

## 2.6. Análisis estadístico

Las respuestas de los encuentros de entrenamiento y la evaluación definitiva del producto con el panel entrenado fueron analizadas por medio de frecuencia y porcentajes.

En los resultados de los ensayos instrumentales (textura y color) realizados, se informan la media y desviación estándar. Se utilizó el software estadístico Statgraphics, mediante el cual se analizaron las diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las medias según ANOVA y se usó el test de Tukey de comparaciones múltiples de las mismas.

## 3. Resultados y discusión

Los resultados se presentan en dos partes. La primera parte contiene los resultados de la selección y formación de los evaluadores, mientras que la segunda parte analiza los resultados del análisis sensorial de las muestras estudiadas y del análisis instrumental de las mismas.

### 3.1. Entrenamiento de panel sensorial

#### 3.1.1. Fase de selección

En el test de gustos básicos, el 82 % de los panelistas los identificaron correctamente. En el test de umbral de reconocimiento de olor, el 85 % lo identificaron correctamente. El 80 % de los jueces pudieron realizar el ordenamiento por color en el test correspondiente. En el Test triangular, el 65 % pudo realizar la prueba correctamente. A partir de estos resultados, 12 jueces, fueron seleccionados para el panel. A diferencia de lo encontrado en este estudio, Callejos et al. (2015), observó que la ejecución correcta de cada test le resultó más difícil de realizar por los jueces.

#### 3.1.2. Fase de validación y entrenamiento del panel

Esta etapa consistió en evaluar la capacidad del panel para detectar, identificar y medir los atributos, utilizarlos de una manera similar a otros paneles o evaluadores, discriminar entre estímulos, utilizar las escalas correctamente y repetir sus propios resultados.

Durante el período de formación de 6 meses, los evaluadores adquirieron un marco de referencia cualitativo y cuantitativo común para los principales atributos del perfil descriptivo de las hortalizas estudiadas. Los resultados se analizaron comparando el número total de respuestas correctas con el número mínimo de respuestas requeridas para la significación estadística utilizando tablas estadísticas (ISO 4120, 2004). La tasa de éxito de todos los evaluadores fue significativamente lo suficientemente alta como para validarlos como miembros del panel (Tabla 3). No fue posible comparar estos resultados con otros estudios, ya que las pruebas de validación que se utilizaron en esta investigación no coinciden con otras publicadas.

**Tabla 3.** Pruebas utilizadas para la validación del panel

Tipo de prueba	Respuestas correctas	Nivel de significancia
Test de gustos básicos	15	0.1
Pruebas triangulares	16	0.1

### 3.1.3. Presentación y reconocimiento de las escalas de referencia

#### a) Análisis de dureza y fracturabilidad

El objetivo de esta prueba fue desarrollar la memoria sensorial en cada juez utilizando vocabulario y escalas específicas. De esta manera, se busca que puedan reconocer en diferentes alimentos de referencia sus atributos característicos para luego poder replicarlo en las hortalizas. Se pudo observar que, al momento de realizar el ordenamiento de distintos tipos de alimentos con respecto a su dureza y fracturabilidad, alrededor del 80 % del panel entrenado pudo ordenar correctamente los alimentos, teniendo mayor dificultad en alimentos como el maní sin sal, chocolate semiamargo, tostada salada y galletita de miel. Otros autores, como Archaina et al. (2021) y Kemp et al. (2018), han utilizado esta metodología en la fase de entrenamiento, señalando la utilidad a la hora de desarrollar la memoria selectiva de diferentes atributos.

#### b) Caracterización de muestras de calabaza cocidas a vacío (cook-vide y sous-vide)

En las Tablas 4 y 5 se muestran los resultados de la caracterización de parámetros texturales (dureza y fibrosidad), apariencia (color) y preferencia de las calabazas cocidas por *sous-vide* y *cook-vide*, evaluados por el panel entrenado. Se puede observar la intensidad promedio de los atributos evaluados por los jueces entrenados.

**Tabla 4.** Evaluación de atributos de textura por el panel entrenado de calabaza cocida por *sous-vide*

Tiempo	Dureza	Fibrosidad	Color	Preferencia
15	6 <sup>d</sup>	5,08 <sup>bc</sup>	5 <sup>a</sup>	6,42 <sup>d</sup>
20	5,58 <sup>cd</sup>	5,17 <sup>bc</sup>	4,67 <sup>a</sup>	4,92 <sup>bc</sup>
25	4,83 <sup>bcd</sup>	4,75 <sup>bc</sup>	5 <sup>a</sup>	2,92 <sup>a</sup>
30	6,25 <sup>d</sup>	5,58 <sup>bc</sup>	5,08 <sup>a</sup>	5,50 <sup>d</sup>
35	5,17 <sup>cd</sup>	5,17 <sup>bc</sup>	4,08 <sup>a</sup>	5,00 <sup>bc</sup>
40	4,25 <sup>bc</sup>	6 <sup>ac</sup>	5,08 <sup>a</sup>	3,33 <sup>ac</sup>
45	3,67 <sup>ab</sup>	4,42 <sup>bc</sup>	4,58 <sup>a</sup>	3,75 <sup>ab</sup>
50	2,58 <sup>a</sup>	3,92 <sup>b</sup>	5,33 <sup>a</sup>	3,17 <sup>a</sup>

Los resultados se expresan en media. Distintas letras indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre medias de muestras.

**Tabla 5.** Evaluación de atributos de textura por el panel entrenado de calabaza cocida por cook-*vide*

Tiempo	Dureza	Fibrosidad	Color	Preferencia
15	5,09 <sup>a</sup>	3,91 <sup>b</sup>	4,18 <sup>a</sup>	6,00 <sup>a</sup>
20	4,27 <sup>a</sup>	2,73 <sup>ab</sup>	5,00 <sup>a</sup>	1,679 <sup>b</sup>
25	2,73 <sup>b</sup>	3,82 <sup>a</sup>	4,27 <sup>a</sup>	1,027 <sup>b</sup>

Los resultados se expresan en media. Distintas letras indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre medias de muestras.

Se puede observar que los jueces describieron las muestras cocidas por 45 y 50 minutos por *sous vide* como las menos duras. En cuanto al color, no se observaron diferencias. Las muestras que tuvieron mayor aceptabilidad fueron aquellas cocidas a 25 y 50 minutos. El tiempo seleccionado por los panelistas fue de 45 min, debido a que los atributos en general presentaron mejor puntuación (Tabla 4).

En cuanto a la muestra cocida por *cook-*vide** por 25 minutos, la describieron como la menos dura. En cuanto al color, no se observaron modificaciones. Las muestras que tuvieron mayor aceptabilidad fueron aquellas cocidas a 20 y 25 minutos. El tiempo seleccionado por los panelistas para realizar la evaluación definitiva fue de 25 min.

### c) Caracterización de muestras de batata cocidas a vacío (*cook-*vide** y *sous-*vide**)

En las Tablas 6 y 7 se muestran los resultados de la caracterización de parámetros texturales (dureza y fibrosidad), apariencia (color) y aceptabilidad de las muestras de batata cocidas por *sous-*vide** y *cook-*vide**, evaluados por el panel entrenado. Se puede observar la intensidad promedio de los atributos evaluados por los jueces entrenados.

**Tabla 6.** Evaluación de atributos de textura por el panel entrenado de batata cocida por *sous-*vide**

Tiempo	Dureza	Fibrosidad	Color	Preferencia
15	6,58 <sup>e</sup>	5,16 <sup>d</sup>	3,83 <sup>a</sup>	6,41 <sup>d</sup>
20	5,08 <sup>cd</sup>	5,08 <sup>d</sup>	4,41 <sup>ab</sup>	4,91 <sup>c</sup>
25	3,75 <sup>b</sup>	3,25 <sup>ab</sup>	4,58 <sup>abc</sup>	2,91 <sup>a</sup>
30	6,25 <sup>de</sup>	5,41 <sup>d</sup>	4,08 <sup>ab</sup>	4,50 <sup>bc</sup>
35	5,58 <sup>bde</sup>	4,75 <sup>cd</sup>	4,66 <sup>abc</sup>	4,58 <sup>bc</sup>
40	4,25 <sup>bc</sup>	4,16 <sup>bcd</sup>	4,91 <sup>abc</sup>	2,58 <sup>a</sup>
45	3,41 <sup>a</sup>	3,41 <sup>abc</sup>	5,75 <sup>bc</sup>	3,25 <sup>b</sup>
50	2,41 <sup>a</sup>	2,42 <sup>a</sup>	6,33 <sup>c</sup>	3 <sup>a</sup>

Los resultados se expresan en media. Distintas letras indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre medias de muestras.

**Tabla 7.** Evaluación de atributos de textura por el panel entrenado de batata cocida por cook-*vide*

Tiempo	Dureza	Fibrosidad	Color	Preferencia
15	6,58 <sup>a</sup>	4,75 <sup>a</sup>	4,00 <sup>a</sup>	4,00 <sup>a</sup>
20	5,08 <sup>cd</sup>	3,75 <sup>ab</sup>	4,92 <sup>a</sup>	4,92 <sup>a</sup>
25	3,75 <sup>b</sup>	2,75 <sup>b</sup>	4,25 <sup>a</sup>	4,25 <sup>a</sup>

Los resultados se expresan en media. Distintas letras indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre medias de muestras.

Como se puede observar, los jueces describieron la muestra cocida por 45 y 50 minutos por *sous-vide* como las menos duras y menos fibrosas. En cuanto al color, se encontró diferencia entre las muestras, aumentando la intensidad a medida que aumentaba el tiempo de cocción. Las muestras que tuvieron mayor aceptabilidad fueron aquellas cocidas a 25, 40 y 50 minutos. El tiempo seleccionado por los panelistas fue de 45 min, debido a que los de atributos tenían mejor puntuación (Tabla 6). En el tratamiento por *cook-*vide** los jueces describieron las muestras cocidas por 25 minutos como las menos duras. No se observaron diferencias en el color. En cuanto a la preferencia las muestras, no se presentó diferencia significativa. El tiempo seleccionado por los panelistas para realizar la evaluación definitiva fue de 25 min (Tabla 7).

### 3.1.3. Fase de evaluación de las muestras

En la evaluación definitiva de las hortalizas estudiadas se utilizaron atributos relacionados con la textura (dureza, fracturabilidad, fibrosidad) y se incorporaron términos que los jueces consideraron que aportaban a la caracterización de las muestras a evaluar.

En la Tabla 8 se muestran los resultados de la caracterización de parámetros texturales (dureza, fracturabilidad, fibrosidad, jugosidad), apariencia (color) y gusto dulce de calabazas cocidas por vapor, *cook-*vide** y *sous-*vide**, evaluados por el panel entrenado. Se puede observar la intensidad promedio de los atributos evaluados por los jueces entrenados.

**Tabla 8.** Caracterización de parámetros texturales, color y gusto dulce de calabaza cocida por vapor (100 °C), *cook-*vide** (80 °C) y *sous-*vide** (80 °C).

Muestra	Dureza	Fracturabilidad	Fibrosidad	Jugosidad	Color	Gusto dulce
Vapor	2,17 <sup>a</sup>	3,42 <sup>a</sup>	2,83 <sup>a</sup>	3,17 <sup>a</sup>	2,44 <sup>a</sup>	2,42 <sup>a</sup>
<i>Cook-<i>vide</i></i>	3,83 <sup>b</sup>	2,17 <sup>b</sup>	3,50 <sup>ab</sup>	2,25 <sup>b</sup>	3,25 <sup>a</sup>	1,83 <sup>a</sup>
<i>Sous-<i>vide</i></i>	4,33 <sup>b</sup>	1,58 <sup>b</sup>	3,83 <sup>b</sup>	1,92 <sup>b</sup>	3,08 <sup>a</sup>	1,67 <sup>a</sup>

Los resultados se expresan en media. Distintas letras indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre medias de muestras

Como se puede observar, los jueces describieron la muestra al vapor como la menos dura, más fracturable y más jugosa que el resto de los métodos de cocción a vacío, presentando diferencia entre las muestras. Ambos tratamientos a vacío (*cook-*vide** y *sous-*vide**) fueron caracterizados iguales. Los atributos de color y gusto dulce no pre-

sentaron diferencias entre los tratamientos. Estos resultados coinciden con otros autores que han evaluado la textura de estos métodos de cocción a vacío, encontrando diferencia con los métodos tradicionales (Iborra et al., 2014). La cocción a vacío es un proceso diferente que afecta la textura y el sabor de los alimentos. La falta de contacto con el agua es posible que contribuya a que los consumidores perciban la textura más dura y fibrosa, y a la menor jugosidad (Araya et al., 2009).

En la Tabla 10 se muestran los resultados de la caracterización de parámetros texturales (dureza, fracturabilidad, fibrosidad, jugosidad), apariencia (color) y gusto dulce de la batata cocida por vapor, *cook-vide* y *sous-vide*, evaluados por el panel entrenado. Se puede observar la intensidad promedio de los atributos evaluados por los jueces entrenados.

**Tabla 10.** Caracterización de parámetros texturales, color y gusto dulce de batata cocida por vapor (100 °C), *cook-vide* (80 °C) y *sous-vide* (80 °C).

Muestra	Dureza	Fracturabilidad	Fibrosidad	Jugosidad	Color	Gusto dulce
Vapor	1,50 <sup>a</sup>	2,50 <sup>a</sup>	2,00 <sup>a</sup>	3,33 <sup>b</sup>	2,25 <sup>a</sup>	2,75 <sup>a</sup>
<i>Cook-vide</i>	3,42 <sup>b</sup>	2,33 <sup>b</sup>	2,92 <sup>b</sup>	2,67 <sup>ab</sup>	3,58 <sup>b</sup>	2,42 <sup>a</sup>
<i>Sous-vide</i>	3,73 <sup>b</sup>	3,14 <sup>b</sup>	3,50 <sup>b</sup>	2,25 <sup>a</sup>	2,58 <sup>a</sup>	2,33 <sup>a</sup>

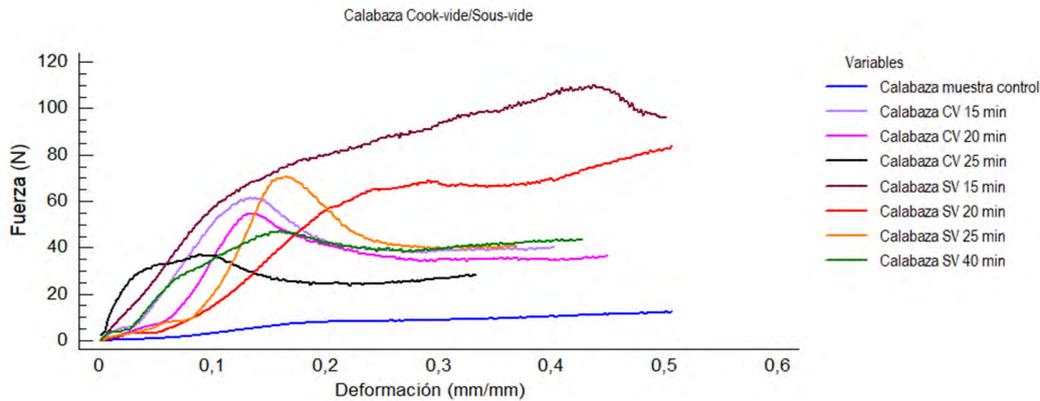
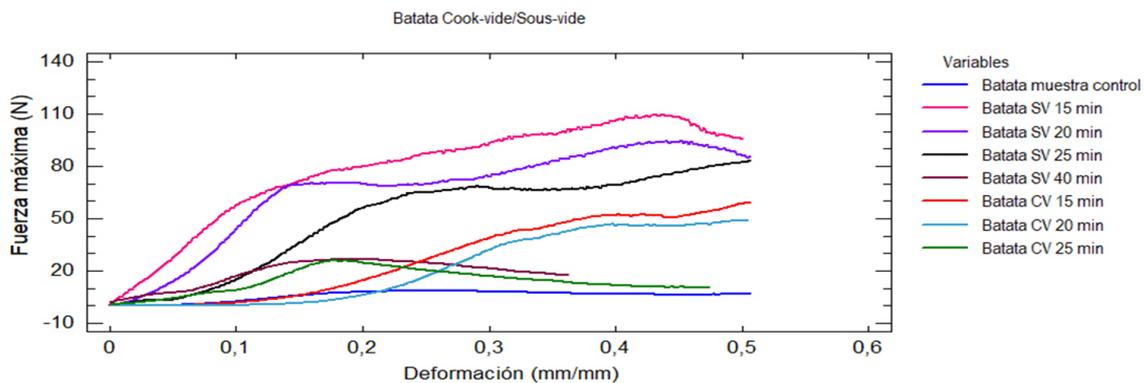
Los resultados se expresan en media. Distintas letras indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre medias de muestras

Como se puede observar en la tabla, los jueces describieron la muestra al vapor como la menos dura, menos fibrosa y menos fracturable que el resto de los métodos de cocción a vacío, presentando diferencia entre las muestras. Es importante destacar que la jugosidad mide el jugo liberado del tejido durante la compresión y depende de la estructura celular, la turgencia, la integridad y la fuerza de la pared celular, por lo cual la diferencia percibida en el panel de este parámetro podría estar relacionada con la humedad superficial de las muestras debido al tipo de tratamiento térmico. Los resultados mostraron que las muestras cocidas a vapor se percibieron como las más húmedas, siendo las tratadas por *sous-vide* las menos jugosas (Araya et al., 2009). Los atributos de color presentaron diferencias significativas, observando mayor conservación de color en el tratamiento *cook-vide*. En cuanto al gusto dulce, no presentó diferencia entre los tratamientos.

### 3.2. Ensayos instrumentales

#### 3.2.1. Textura batata y calabaza

En las Figuras 1 y 2 se puede observar cómo se comportaron las hortalizas estudiadas luego de haber sido sometidas a los diferentes tratamientos térmicos de las cocciones a vacío *sous-vide* y *cook-vide*, respecto de la cocción tradicional (vapor).

**Figura 1.** Análisis instrumental de textura de calabaza cocida por *sous-vide*, *cook-vide* y vapor**Figura 2.** Análisis instrumental de textura de batata cocida por *sous-vide*, *cook-vide* y vapor

En ambos casos, se puede observar que las muestras que resultaron más firmes fueron las cocidas por *sous-vide*, observando una diferencia significativa con el resto ( $p < 0,05$ ). Entre los tratamientos a vacío, *cook-vidé* obtuvo valores más bajos de firmeza. Los resultados obtenidos coinciden con lo encontrado por Iborra-Bernad et al. (2015), quienes observaron una textura más firme para las judías verdes y las zanahorias *sous-vidé* en comparación con las *cook-vidé*. De la misma manera, Koç et al. (2017) reportaron un mayor porcentaje de ablandamiento para la zanahoria y el guisante verde cocidos con *cook-vidé* en comparación con *sous-vidé*.

Las muestras que obtuvieron valores más cercanos al control (cocción tradicional a vapor) fueron las de calabaza tratadas por *cook-vidé* durante 20 minutos y las de batata cocidas durante 20 y 25 minutos. Se puede observar una clara diferencia entre los tratamientos térmicos a vacío y la muestra tratada por cocción tradicional. Estos resultados instrumentales coinciden con los identificados por los jueces entrenados. Los cambios texturales pueden estar relacionados con modificaciones de los tejidos, inducidas por los tratamientos térmicos (Rinaldi et al., 2020). Los mecanismos que están involucrados durante el ablandamiento inducido por la cocción incluyen la gelatinización, la hidrólisis del almidón, la separación de células y la desnaturalización/

lixiviación de proteínas (Njintang et al., 2009). A partir de estos resultados se puede evidenciar que la cocción a vacío no mantiene una textura semejante a la cocción tradicional. Estos métodos conservan la estructura del vegetal, además de otras características asociadas, como son la extensión de la vida útil de los productos y el mantenimiento de la calidad sensorial, ya que previene las pérdidas por evaporación de agua y compuestos volátiles durante la cocción, además de conservar la calidad nutricional de los alimentos debido a las menores pérdidas por oxidación o difusión de nutrientes (Iborra Bernad et al., 2014)

### 3.2.2. Análisis de color

El color de cada hortaliza es característico y un atributo muy significativo de la calidad del alimento. Los consumidores manifiestan una fuerte preferencia por aquellos productos de apariencia atractiva y el color es el primer atributo que se juzga de los productos (Lee et al., 2013). Esto es decisivo ya que, en innumerables pruebas, se ha comprobado que cuando el color de un alimento cambia sin alterar su forma, aroma u otros atributos de textura, se obtiene una respuesta de rechazo por parte de los consumidores, o incluso de los catadores entrenados (Badui, 2006).

Se realizó el análisis de color para evaluar si las muestras sufrían algún cambio de color entre una cocción y otra y entre los diferentes tiempos utilizados. Los tres ejes del sistema CIELab se indican con los nombres  $L^*a^*b^*$ , los cuales representan: Luminosidad (L) de blanco a negro, (a) tonalidad de rojo a verde y (b) tonalidad de amarillo a azul.

**Tabla 8.** Coordenadas cromáticas  $L^* a^* b^*$ , determinadas en cilindros de batata y calabaza a partir de diferentes tratamientos y tiempos de cocción

<b>Batata</b>				
	<b>Cruda</b>	<b>Vapor</b>	<b>Cook-vide</b>	<b>Sous-vide</b>
$L^*$	68,34±0,50 <sup>a</sup>	58,71±0,98 <sup>d</sup>	61,81±2,19 <sup>bcd</sup>	59,86±1,07 <sup>cd</sup>
$a^*$	31,83±2,15 <sup>b</sup>	30,84±2,38 <sup>b</sup>	32,75±3,86 <sup>b</sup>	31,43±1,05 <sup>b</sup>
$b^*$	50,78±2,49 <sup>cd</sup>	48,41±3,04 <sup>d</sup>	53,81±5,71 <sup>bcd</sup>	55,51±2,54 <sup>abcd</sup>
<b>Calabaza</b>				
$L^*$	66,90±1,38 <sup>ab</sup>	60,50±1,53 <sup>c</sup>	63,54±1,89 <sup>bc</sup>	60,33±1,48 <sup>c</sup>
$a^*$	37,01±2,60 <sup>a</sup>	33,74±0,77 <sup>a</sup>	32,81±2,73 <sup>ab</sup>	25,39±1,61 <sup>bc</sup>
$b^*$	69,70±1,87 <sup>a</sup>	57,84±1,59 <sup>c</sup>	54,81±3,84 <sup>cd</sup>	56,90±1,31 <sup>c</sup>

Los resultados se expresan en media ± desviación estándar. Distintas letras indican diferencias significativas (<0,05) entre medias de muestras

En esta tabla podemos observar que los parámetros colorimétricos de las muestras cocidas fueron significativamente diferentes como consecuencia del tratamiento térmico en los parámetros  $L^*$  y  $b^*$  con respecto a la muestra cruda, tanto en las muestras de batata como calabaza. El valor  $L^*$  sufrió una diferencia significativa en las muestras de batata, observándose mayor pérdida de luminosidad en las muestras cocidas a vapor. Estos resultados coinciden con la mayor retención general de color reportada después de la cocción a vacío, en especial la *sous-vide*. Probablemente podría deberse a la apariencia húmeda observada en la superficie de estas muestras después de la cocción, debido a

la bolsa de plástico que evita la deshidratación (Iborra-Bernad et al., 2014). Sin embargo, los jueces entrenados identificaron las muestras de batata tratadas por *cook-vidé* como diferentes al resto. En cambio, las muestras de calabaza no sufrieron cambios significativos al ser sometidas a los tratamientos térmicos, coincidiendo con lo referido por los jueces entrenados. El valor  $a^*$  se mantuvo constante en las muestras de batata. En cambio, en las de calabaza disminuyó después de someterlas a los diferentes tratamientos térmicos, siendo el método *sous-vidé* el que sufrió mayor pérdida de color comparado con la calabaza original. Estos resultados son similares a los encontrados por Rinaldi et al. (2020), quienes reportaron la mayor retención de color en el método *cook-vidé* y la mayor pérdida de  $a^*$  en *sous-vidé*. Por el contrario, los valores de  $b^*$  de las muestras cocidas fueron significativamente diferentes de las crudas, pero sin diferencias significativas entre las condiciones de cocción en ambas hortalizas estudiadas.

#### 4. Conclusión

Fueron reclutados 12 panelistas de la ciudad de Gualeguaychú para integrar un panel de evaluación sensorial para las hortalizas calabaza (*Cucurbita moschata*) y batata (*Ipomea batatas* L.) variedad Gem., cocidas a vacío por las técnicas *sous-vidé* y *cook-vidé*. Se realizó la etapa de entrenamiento con los 12 jueces, quienes fueron capaces de evaluar los productos estudiados. Fue posible entrenar y formar un panel de evaluación sensorial en textura.

Las características de percepción de las batatas y calabazas tratadas por *cook-vidé* no fueron significativamente diferentes a las muestras *sous-vidé* en la mayoría de los casos (dureza, fibrosidad, color). Sin embargo, las muestras tratadas a vapor se percibieron como más blandas y jugosas que los tratamientos a vacío. El presente estudio mostró que el panel entrenado pudo caracterizar las muestras estudiadas, identificando los principales atributos de textura a tener en cuenta a la hora de buscar aceptabilidad en el consumidor.

#### 5. Bibliografía

- Araya, X. I. T., Smale, N., Zabarás, D., Winley, E., Forde, C., Stewart, C. M. y Mawson, A. J. (2009). Percepción sensorial y atributos de calidad de zanahorias procesadas a alta presión en comparación con zanahorias crudas, *sous-vidé* y cocidas. *Ciencia innovadora de los alimentos y tecnologías emergentes*, 10(4), 420-433.
- Archana, D., Leiva, G., Salvatori, D. y Schebor, C. (2018). Physical and functional properties of spray-dried powders from blackcurrant juice and extracts obtained from the waste of juice processing. *Food Science and Technology International*, 24(1), 78-86.
- Badui, S. 2006. *Química de los Alimentos* (4 ed.). México: Pearson Educación.
- Baldwin, D. E. (2010). *Sous-vidé* Cooking: A Review. *Int.J.Gastronomy and Food Science*, (1), 15-30. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2011.11.002>
- Bisognin, D. A. (2002). Origin and evolution of cultivated cucurbits. *Ciência Rural*, 32(5), 715-723.
- Callejo, M. J., Vargas-Kostiuk, M. E., y Rodríguez-Quijano, M. (2015). Selection, training and validation process of a sensory panel for bread analysis: Influence of cultivar on the quality of breads made from common wheat and spelt wheat. *Journal of cereal science*, 61, 55-62.

- Cusumano, C. y Zamudio, N. (2013). Manual técnico para el cultivo de batata (camote o boniato) en la provincia de Tucumán, Argentina (1ra ed.). Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). ISBN 978-987-679-134-2.
- Della Gaspera, G. e Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) (2017). *Boletín de Frutas y Hortalizas*.
- Fandos, C. y Flavián, C. (2011). Las respuestas del consumidor ante la calidad percibida: una propuesta para productos agroalimentarios de calidad. *Spanish journal of rural development*, 2(1), 37-52.
- Faye, P., Brémaud, D., Teillet, E., Courcoux, P., Gaboriau, A., Nocod, H. (2006). An alternative to external mapping based on consumer perceptive mapping. *Food Quality and preference*, 17(7-8), 604-614.
- Gagliano, E. (2017). *Diversificar las huertas familiares*. I N T A . [https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta\\_-\\_informacion\\_tecnica\\_6-batata.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_-_informacion_tecnica_6-batata.pdf)
- García-Segovia, P., Andrés-Bello, A. y Martínez-Monzó, J. (2008). Textural properties of potatoes (*Solanum tuberosum* L., cv. Monalisa) as affected by different cooking processes. *Journal of Food Engineering*, 88.
- García-Segovia, P., Andrés-Bello, A. y Martínez-Monzó, J. (2007). Efecto del método de cocción en las propiedades mecánicas, el color y la estructura del músculo de la carne (M. pectoralis). *Journal of Food Engineering*, 80 (3), 813-821.
- Iborra-Bernad, C., García-Segovia, P. y Martínez-Monzó J. (2015). Características fisicoquímicas y estructurales de las hortalizas cocidas a vacío, cocido-vide y ebullición convencional. *J Food Sci*, 80, E1725–E1734.
- Iborra-Bernad C., García-Segovia, P. y Martínez-Monzó J. (2014). Efecto del tratamiento de cocción a vacío sobre las características fisicoquímicas y estructurales de la patata de pulpa morada. *Int J Food Sci Tech*, 49, 943–951.
- ISO 8586 (2012). *Sensory analysis: General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors*. Geneva: International Organization for Standardization.
- ISO 13299 (2003). *Sensory Analysis. General Guidance to Establish a Sensory Profile*. Geneva. Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO 3972 (2011). *Sensory Analysis. Method for Investigating Sensitivity of Taste*. Geneva: International Organization for Standardization.
- ISO 4120 (2004). *Sensory Analysis. Triangular Test*. Geneva: International Organization for Standardization.
- Kemp, S.E., Ng, M., Hollowood, T. y Hort, J. (2018). Introducción al análisis descriptivo. En S. E. Kemp, J. Hort y T. Hollowood (eds.), *Análisis descriptivo en la evaluación sensorial* (1-39). <https://doi.org/10.1002/9781118991657.ch1>
- Koç, M., Baysan, U., Devseren, E., Okut, D., Atak, Z., Karataş, H., y Kaymak-Ertekin, F. (2017). Effects of different cooking methods on the chemical and physical properties of carrots and green peas. *Innovative food science & emerging technologies*, 42, 109-119.
- Lee, Y., Findlay, C. y Meullenet, J. F. (2013). Experimental consideration for the use of CATA questions to describe the sensory properties of orange juices. *International Journal of Food Science & Technology*, 48(1), 215-219.
- Martí, H. (2018). *Producción de batata* (1ra ed.). Ediciones INTA. ISBN 978-987-521-963-2
- Njintang, N. Y., Scher, J. y Mbofung, C. M. (2009). Textura, microestructura y característica fisicoquímicas de la malanga (*Colocasia esculenta*) según la influencia de las condiciones de cocción. *J Food Eng*, 91, 373–379.

- Peng, J., Tang, J., Barrett, D. M., Sablani, S. S. y Powers, J. R. (2014). Kinetics of carrot texture degradation under pasteurization conditions. *Journal of Food Engineering*, 122, 84-91.
- Rinaldi, M., Santi, S., Paciulli, M., Ganino, T., Pellegrini, N., Visconti, A., y Chiavaro, E. (2021). Comparison of physical, microstructural and antioxidative properties of pumpkin cubes cooked by conventional, vacuum cooking and sous-vide methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(6), 2534-2541.
- UNE-ISO 6658 (2019). *Sensory analysis. Methodology. General guidance*. Madrid: International Organization for Standardization.
- Valiente, J., Jeame, A., Castelli, L., Silva, L. y Barreto, C. (2011). *Proceso organizacional de productores de batata del departamento Colón, Entre Ríos: experiencia de asociativismo con productores de batata*. INTA. [http://www.aader.org.ar/XV\\_Jornada/trabajos/espanol/Estrategias\\_y\\_experiencias/Experiencia/Traabajo%20112%20Completo.pdf](http://www.aader.org.ar/XV_Jornada/trabajos/espanol/Estrategias_y_experiencias/Experiencia/Traabajo%20112%20Completo.pdf)
- Zavadlav, S., Blažič, M., Van de Velde, F., Vignatti, C., Fenoglio, C., Piagentini, AM, y Putnik, P. (2020). Sous-vide como técnica para la elaboración de productos vegetales y del mar saludables y de calidad. *Alimentos*, 9(11), 1537.

**PID 9105**

**Denominación del Proyecto**

Caracterización sensorial dinámica e instrumental de productos tratados con cocción Sous-vide y Cook-vide

**Directora**

Gómez, Elida María Beatriz

**Codirectora**

Ábalos, Rosa Ana

**Unidad de Ejecución**

Universidad Nacional de Entre Ríos

**Dependencia**

Facultad de Bromatología

**Contacto**

[beatriz.gomez@uner.edu.ar](mailto:beatriz.gomez@uner.edu.ar)

**Cátedra/s, área o disciplina científica**

Tecnología alimentaria

**Integrantes del proyecto**

Lencina, Maria Sabrina; Correa, Silvana; Áviles, Maria Victoria; Naef, Elisa Fernanda; Lound, Liliana Haydee; Igual Catalina Daniela

**Fechas de iniciación y de finalización efectivas**

01/02/2019 y 24/12/2022

Aprobación del Informe Final por Resolución C.S. N° 298/23 (01-09-2023)