

## Diseño y desarrollo de productos alimenticios con tecnología Sous Vide

Lound, Liliana

AUTOR: Facultad de Bromatología - Universidad Nacional de Entre Ríos, Pte. Perón 64 - Planta Alta (2820) Gualeguaychú, Entre Ríos, Argentina

CONTACTO: [lilianalound@gmail.com](mailto:lilianalound@gmail.com)

### Resumen

El medallón de pollo y hortalizas diseñado en este proyecto es un producto elaborado a base de carne de pollo, calabaza y zanahoria con el agregado de salvado de arroz blanco, termoestabilizado a 121°C por 15 minutos, y condimentos. Este producto se cocinó mediante proceso *sous vide* (envasado al vacío, cocido a 75 °C por 15 minutos y refrigerado a 3°C) que puede consumirse, previa restauración en horno microondas, a la plancha o en horno convencional.

Para la selección de las hortalizas utilizadas se aplicó el método “preguntas CATA (en español, marque todo lo que corresponda)” a partir del análisis sensorial de 5 medallones de pollo con mezcla de diferentes hortalizas. Con la misma metodología se estableció el porcentaje de salvado de arroz.

Se evaluó el efecto de las variables de operación de cocción sobre la supervivencia de dos cepas de *Salmonella* aisladas en la industria regional. Con los datos obtenidos se fijaron temperatura y tiempo de cocción.

Se caracterizaron las propiedades fisicoquímicas del medallón, se determinó rendimiento en cocción (RC), pérdidas por centrifugación (PC), análisis de perfil de textura (TPA), pH, humedad, actividad de agua (*aw*), color. Finalmente se realizaron análisis microbiológicos para establecer condiciones de inocuidad.

**Palabras clave:** *Sous vide*, medallón, pollo, hortalizas

## Marco teórico y metodológico

A lo largo de toda historia de la humanidad, los alimentos se procesaron con el objetivo de hacerlos más comestibles y agradables, o para preservarlos para el consumo posterior. El procesamiento de alimentos ha desempeñado un papel central en la evolución y la adaptación humana, por su contribución para asegurar suministros adecuados de alimentos nutritivos y, por consiguiente, el desarrollo de las sociedades y civilizaciones, la protección de la salud y el bienestar, y el logro del bienestar social y emocional al compartir las comidas (OPS, 2015).

El sector gastronómico está tendiendo progresivamente a la fabricación de productos con alto valor añadido, calidad superior y que responden mejor a las preferencias de los consumidores, así como a la fabricación de productos cárnicos de gran consumo mediante la diversificación de las especies trabajadas, utilizando carnes más económicas como la de pollo. Por otra parte la necesidad de mejorar la calidad nutricional de productos cárnicos semi-elaborados es importante debido al crecimiento de la prevalencia de enfermedades crónicas relacionadas a los cambios en los patrones alimentarios (Britos y col., 2012).

El sistema agroalimentario de la provincia de Entre Ríos se caracteriza por una diversidad de actividades productivas. En particular, la cadena de producción de la industria arrocerá cuenta con una valiosa experiencia de producción y exportación, y con un espíritu de emprendimiento e innovación que han convertido a la provincia en una destacada proveedora regional (Ministerio de Economía, Hacienda y Finanzas, Entre Ríos, 2015). Actualmente la producción arrocerá argentina se estima en 1,5 millones de toneladas por año.

En Argentina el salvado de arroz (capa externa marrón del grano de arroz, que se compone principalmente de pericarpio, aleurona, capa de subaleurona y germen) se considera un subproducto del proceso de molienda y se usa comúnmente en la alimentación animal o se descarta como desecho. En Uruguay, Chile, Brasil, Estados Unidos, entre otros, el salvado de arroz estabilizado, con o sin contenido graso, se utiliza para la alimentación humana ya que se valora que contiene cantidades apreciables de nutrientes como proteínas, grasas y fibra dietética. Además, contiene minerales como K, Ca, Mg y Fe. La presencia de antioxidantes como los tocoferoles, los tocotrienoles y el  $\gamma$ -orizanól también aumenta las perspectivas de utilización del salvado de arroz como ingrediente funcional para mitigar los trastornos que amenazan la vida (Sharif y col., 2014). Este contexto resultó interesante para el agregado de salvado de arroz blanco a una mezcla de pollo y hortalizas para ser cocinados por tecnología *sous vide*.

El término *sous vide* significa "al vacío" y describe una técnica de procesamiento mediante la cual los alimentos recién preparados se sellan al vacío en paquetes individuales y luego se pasteurizan en combinaciones de tiempo-temperatura suficientes para destruir patógenos vegetativos pero lo suficientemente suaves para maximizar las características sensoriales del producto. Después de la cocción, los productos se enfrían, se almacenan refrigerados y se recalientan antes del consumo. Los alimentos *sous vide* se utilizan principalmente en restaurantes de comidas. Han existido en los mismos desde la década de 1970 y se han convertido en cada vez más popular desde principios de la década de 2000 (Baldwin, 2015, BCCDC, 2014).

En comparación con los métodos de cocción tradicionales, el *sous vide* tiene muchas ventajas. Los beneficios económicos incluyen un mejor uso de mano de obra y equipos a través de la producción centralizada y la vida útil prolongada debido al envasado al vacío, que al excluir el oxígeno inhibe los procesos oxidativos y el crecimiento de los organismos de deterioro (Stringer y Metris, 2018).

El interés de realizar este proyecto surge de la necesidad de conocer cómo las nuevas formas de procesado pueden dar como resultado platos preparados con mejores características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales, o simplemente diferentes, que permitan su aplicación en la elaboración de nuevos productos. La construcción de las cinéticas de cocción permite aplicar los resultados obtenidos en el diseño del proceso de cocción. En particular, el conocimiento del rendimiento, pH, actividad de agua, la textura, color, pérdida de agua en almacenamiento fueron útiles para el establecimiento de las

condiciones más apropiadas para el tratamiento térmico a nivel industrial, teniendo en cuenta análisis microbiológicos y sensoriales.

La hipótesis fundamental en la que se basa la programación de este proyecto es que un estudio exhaustivo de distintos indicadores de calidad, incorporando la opinión del consumidor en un producto a base de carne de pollo y hortalizas permitirá optimizar alimentos listos para consumir que no solo contribuyan al bienestar de la población, sino que ofrezcan al productor una alternativa de alimento con mayor valor agregado.

## Objetivos propuestos

### Objetivo General

Estudiar la aplicación de la cocción *sous vide* para incrementar y diversificar productos regionales aceptados por los consumidores.

### Objetivos específicos:

- Diseñar un medallón de pollo y hortalizas con agregado de salvado de arroz y condimento.
- Seleccionar la mezcla de hortalizas y la concentración de salvado más aceptada por los consumidores.
- Establecer el efecto de las variables de operación de cocción *sous vide* sobre los parámetros de calidad e inocuidad.
- Caracterizar el medallón determinando los principales parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

## Materiales y Métodos

### Materiales

**Elaboración de la pasta:** para la elaboración del medallón se trabajó con carne de pollo cortada (filetes internos de pechuga congelados en bloque provistos por una empresa local, sin tejido conectivo, ni piel, ni grasa visible), adicionada de hortalizas y condimento. El condimento utilizado está compuesto por una mezcla comercial de ajo, perejil, orégano, ají, pimentón, pimienta negra molida, tomillo y laurel, marca "Alicante" (Argentina).

Se elaboraron 5 medallones de pollo con mezcla de diferentes hortalizas: calabaza y zanahoria cocida, morrón rojo y cebolla cruda, tomate y cebolla deshidratados, tomate deshidratado y cebolla cruda, y morrón rojo crudo y cebolla deshidratada.

Los ingredientes se emulsionaron con una multiprocesadora de alimentos Modelo 2801 (OSTER®, Argentina) y se les dio forma para obtener el medallón.

Los medallones crudos de 100 g cada uno, fueron sellados en plancha con calor seco durante 10 segundos de cada lado, luego envasadas a vacío y cocidas por proceso *sous vide* a 75 °C durante 15 minutos. Pasado ese tiempo se enfriaron inmediatamente con hielo directo durante 5 minutos. Cada tipo de medallón fue fraccionado en pequeñas porciones de 10 g y mantenidas a 75 °C hasta su análisis sensorial.

**Cepas:** en los estudios del proceso de cocción se trabajó con 2 cepas de *Salmonella* aisladas de las industrias avícolas regionales y suministradas por el Laboratorio de Sanidad avícola de la Estación Experimental Agropecuaria Concepción del Uruguay del INTA Entre Ríos: *Salmonella* Enteritidis (SE) 284/14 y SE 495/65. Las cepas fueron almacenadas a - 30°C en caldo tripteína soja (TSB) con el agregado de un 50% (v/v) de glicerol. Se descongelaron a temperatura ambiente y se transfirieron por separado a 10 ml de TSB y se incubaron durante 24 h a 37 °C. Posteriormente se repicaron en agar tripteína de soja (TSA) y se incubaron a 37°C durante 24 horas. En solución fisiológica se preparó una suspensión hasta obtener un valor de densidad óptica entre 0,5-0,6 a 600 nm utilizando un espectrofotómetro Biochrom Libra S22 UV-Vis, de simple haz (Inglaterra).

## Métodos

**Análisis sensorial para la elección de las hortalizas más aceptadas por los consumidores:** este estudio consistió en la utilización de la metodología de preguntas CATA (check all that apply) para describir 5 muestras de medallones de pollo con mezcla de diferentes hortalizas y su producto ideal. Las preguntas CATA incluyeron características de olor, sabor, textura y apariencia. El análisis de penalidad basado en las respuestas de los consumidores a los productos en comparación con su producto ideal se utilizó para identificar los factores de aceptación para la reformulación del producto.

**Análisis sensorial para la elección de la formulación con agregado de salvado de arroz blanco más aceptada por los consumidores:** para este estudio se utilizó salvado de arroz blanco provisto por la Empresa Molinos del Rio de La Plata S.A. Previamente a su incorporación a la pasta se estabilizó a 121 °C por 15 minutos y a 1 atm. de presión (Kim, 2014).

Se utilizó la metodología de preguntas CATA para describir 5 muestras de medallones de pollo calabaza y zanahoria pre-cocidas con 5 diferentes proporciones de salvado: 0%, 2%, 4%, 6% y 8%. Las preguntas CATA incluyeron características de olor, sabor, textura y apariencia seleccionados previamente con un grupo focal de 8 consumidores.

El software utilizado para el tratamiento de los datos fue XLSTAT, 2019.

## Estudio del efecto de las variables de operación de cocción sous vide sobre los parámetros de calidad e inocuidad.

*Inoculación del medallón:* el medallón se inoculó inyectando 1ml de inóculo cada 10 g de carne. Se selló por calor directo en una plancha de teflón sobre una hornalla de cocina a gas durante 10 segundos y de ambas caras. Posteriormente cada medallón fue empaquetado y sellado en una envasadora a vacío (VACUUM PACKING 80060/80080) en bolsas de poliamida-poliétileno Cryovac®, Inc., Sealed Air Co, Argentina con permeabilidad al oxígeno de 25-30 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> y permeabilidad al vapor de agua de 5 g/m<sup>2</sup>.

*Temperaturas y tiempos de cocción:* Se evaluaron tres temperaturas de cocción, 65, 70 y 75 °C en un tiempo de 15 minutos. Se insertó una termocupla HI 93530N (HANNA Instruments, Europa) en el interior del medallón para controlar continuamente la temperatura de cocción en el centro. El tratamiento térmico se realizó en un baño termostático. Inmediatamente las muestras fueron enfriadas en baño agua-hielo a 3 °C hasta su posterior análisis.

*Recuento de bacterias inoculadas y sobrevivientes al tratamiento térmico, modelado y determinación del valor D:* Primeramente se realizó el recuento de bacterias inoculadas en muestras de medallón y durante el tratamiento térmico aplicado se realizó el recuento de bacterias sobrevivientes. Las muestras se diluyeron 1/10 en agua peptonada bufferada (APB) estéril al 0,1% y se realizaron diluciones en serie. Se inocularon 100 µl de las diluciones apropiadas sobre la superficie de agar xilosa, lisina, desoxicolato (XLD) que se incubó a 37 °C por 48 h. Después de la incubación, se contaron las colonias típicas (de color negro) y se expresaron como log UFC/g.

Las últimas diluciones de muestras sometidas a tratamiento térmico se inocularon también en ATS 0,6% de extracto de levadura para comprobar el desarrollo de células injuriadas.

Se utilizó el software GlnaFit, Geeraerd and Van Impe Inactivation Model Fitting Tool, a los fines de seleccionar el modelo que más se ajuste a los resultados obtenidos. Los datos de supervivencia se ajustaron al Modelo log-lineal (Bigelow y Esty, 1920) y al modelo de Weibull ((Mafart y col., 2002). Se determinó el valor 7D a partir del valor 4D suministrado por el programa. El valor D es el tiempo necesario para inactivar el 99.99% de la población bacteriana.

## Análisis físicos del medallón diseñado

**Proceso de cocción:** cada unidad se envasó y selló al vacío (Vacumm packing 80060/80080). El tratamiento térmico se realizó en un baño con regulación de temperatura y tiempo de circulación constante de agua (Ronner Compact 80060/80080) a 75 °C durante 15 minutos. Inmediatamente las muestras fueron enfriadas en baño agua-hielo y se almacenaron a menos de 3°C hasta su posterior análisis.

### Determinaciones fisicoquímicas

**Determinación de pH:** se realizó con un electrodo combinado de vidrio Ag/AgCl conectado a un pH-metro (ORION, modelo S.A 720, USA) y con sensor de la temperatura para la compensación de esta medición. Se calibró utilizando soluciones tampón de pH 4,00; 7,00 y 10,00. La medición del pH se realizó sumergiendo el electrodo en el homogeneizado de 10 g de hamburguesa en 100 ml de agua destilada pH 7, dispuesta en un vaso precipitado de vidrio y sometida a agitación.

**Contenido de humedad:** se midió con el analizador de humedad con infrarrojo (RADWAG Wagi Elektroniczne, modelo Mc se 50 / WH, 2004) a una temperatura 160 °C. La muestra de hamburguesa (aproximadamente 0,5 g) fue previamente triturada.

**Actividad de agua (aw):** La aw de cada muestra se determinó mediante un higrómetro previamente calibrado marca Rotronic (Estados Unidos), modelo Hygrolab 3, con sonda de humedad y sensor de temperatura.

**Análisis de Perfil de Textura (TPA):** para realizar este ensayo descrito por Bourne (1978) y Brennan y Bourne (1994) se empleó un Texturómetro Instron 3342. El análisis de perfil de textura (TPA, por su sigla en inglés) se realizó sobre cilindros de 1 cm de altura y 1,3 cm de diámetro, cortados en el momento a partir de muestras refrigeradas, realizando diez replicados por formulación en un cuarto de temperatura controlada (4°C). El ensayo fue de dos ciclos de compresión axial, de un 50% de la altura original de la muestra, entre los platos planos del equipo, separado por un tiempo de espera. Se utilizó una sonda de aluminio SMSP/75. La celda de carga utilizada fue de 500 N y la velocidad del ensayo de 1 mm/seg. Los resultados fueron obtenidos mediante el Software [Instron Bluehill 3 Testing](#) que permite realizar el análisis del TPA: dureza, adhesividad, cohesividad, consistencia y gomosidad.

**Color:** se determinaron los parámetros en escala CIE-Lab empleando el Software de color COLOR GUI.

**Rendimiento:** el rendimiento se evaluó determinando el peso del medallón antes y después del proceso de cocción. Se expresó como rendimiento porcentual, refiriendo la diferencia entre ambas pesadas al peso inicial de la muestra. El rendimiento se evaluó al menos por cuadruplicado.

**Pérdidas por centrifugación:** con esta metodología se determinó de forma empírica la fuerza relativa en la que la matriz se encuentra interactuando con el agua. Para ello se tomó una porción cilíndrica (1 cm x 1,3 cm de diámetro) de cada muestra a las 24 h de ser elaborada y almacenada a 3°C, se pesó exactamente y se colocó sobre un soporte constituido por una malla plástica y perlas de vidrio, contenido en tubo de centrifuga Falcon previamente pesado. Se centrifugó a 1200 g durante cinco minutos, luego de lo cual se retiró la muestra del tubo y se determinó la cantidad de fluido liberado de la muestra por diferencia de pesada del tubo antes y después del ensayo

### Análisis microbiológicos

- **Mohos y levaduras:** la cuantificación se llevó a cabo empleando el medio de cultivo oxitetraciclina, gentamicina, extracto de levadura y glucosa (OGY). Las placas inoculadas se incubaron a 25 °C durante 5 días, según lo establecido en la norma ISO 21527-1 (2008).
- **Bacterias psicrótrofas aerobias totales:** Se utilizó el medio de cultivo Plate Count Agar (PCA). Las placas inoculadas se incubaron durante 7 días en una cámara de refrigeración a 4 °C según lo establecido en la norma ISO 17410 (2001).

- *Bacterias proteolíticas*: se utilizó el medio Agar Plate Count con 10% de leche descremada, se sembró en superficie 0,1 ml de la dilución 1/100 y se incubó a 22°C durante 4 días. El primer recuento se realizó a las 48 h (Massa, 2006).
- *Bacterias ácido-lácticas*: se utilizó el medio Agar de Man Rogosa and Sharpe (M.R.S). Se incubó a 30°C, durante 48 hs. (ISO 15214,1998)
- *Enterobacterias*: El medio utilizado fue Agar Bilis Rojo Violeta Glucosa (ABRV, Merck KGaA, Darmstadt, Alemania), incubación a 37°C, durante 48 h siguiendo lo establecido en la norma ISO 4832:1991.
- En el momento de los análisis, las muestras envasadas en bolsas de poliamida- polietileno se abrieron de forma aséptica en una campana de flujo laminar, se pesaron y se añadió la cantidad de diluyente para obtener una dilución 1/10.
- Los recuentos obtenidos en los diferentes medios de cultivo fueron expresados como log UFC/g de producto para los diferentes grupos de microorganismos analizados.

## Resultados y Discusión

### 1- Elaboración de los medallones y análisis sensorial para la elección de las hortalizas más aceptadas por los consumidores.

Los consumidores (n=76) fueron reclutados aleatoriamente entre personas que asisten a la Facultad de Bromatología en función de su consumo de productos cárnicos de pollo (al menos una vez al mes) y su interés y disponibilidad en participar del trabajo. Los participantes tenían edades comprendidas entre 18 y 64 años y eran 78% mujeres y 22% hombres. Las pruebas se llevaron a cabo en cabinas sensoriales estándar bajo iluminación artificial de tipo luz diurna, control de temperatura (22-24°C) y circulación de aire. Las cinco muestras, cuya composición se puede observar en la Tabla 1, se presentaron a consumidores siguiendo una aleatorización equilibrada (cuadrado latino ortogonal múltiple), para evitar efectos de arrastre y posición, en platos de plástico codificados con números aleatorios de 4 dígitos, a 75 °C, y con agua mineral para enjuagar entre las muestras.

**Tabla 1.** Proporciones de ingredientes de las 5 formulaciones.

Muestra	Ingrediente	%
7729	pollo	69
	calabaza cocida	15
	zanahoria cocida	15
	condimento	1
9339	pollo	69
	morrón crudo	15
	cebolla cruda	15
	condimento	1
6007	pollo	69
	tomate deshidratado	15
	cebolla deshidratada	15
	condimentos	1
6202	pollo	69
	tomate deshidratado	15
	cebolla cruda	15
	condimento	1
9724	pollo	69
	morrón crudo	20
	cebolla deshidratada	10
	condimentos	1

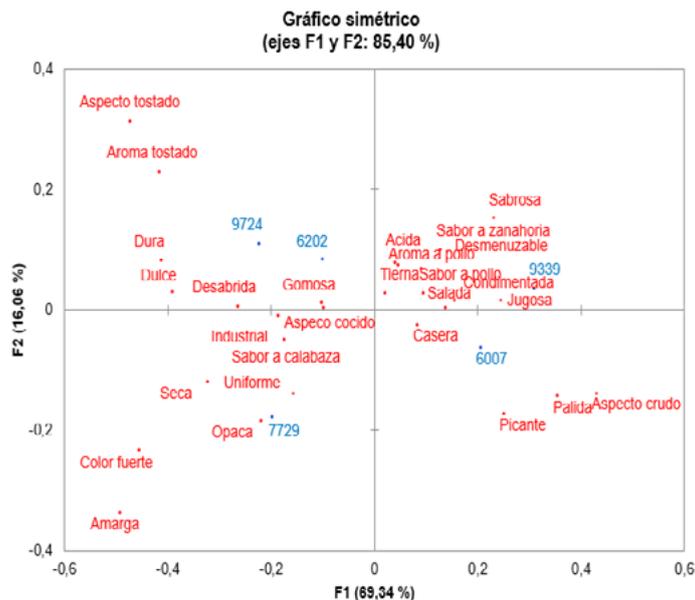


Los resultados de aceptabilidad sensorial mostraron que no hay diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre las 5 variantes de medallones estudiados. A pesar de eso, fue factible inferir que los atributos sabor a pollo, aroma agradable, sabroso, bien condimentado fueron los responsables del mayor impacto positivo en relación a la aceptabilidad de todas las muestras. Además, el análisis del mapa proyectivo permitió demostrar que la alternativa de pollo con calabaza y zanahoria pre-cocidas tendría una mayor relación a las propiedades sensoriales del producto ideal indicado por los consumidores.

El estudio permitió detectar la formulación con las propiedades sensoriales con mayor relación al producto ideal. Además se realizó un perfil sensorial con los atributos que tienen un mayor impacto en la aceptabilidad de un medallón de pollo con hortaliza en pos de continuar con el desarrollo de un producto que incorpore la opinión del consumidor.

## 2- Análisis sensorial para la elección de la formulación con agregado de salvado de arroz blanco más aceptada por los consumidores:

Participaron del análisis sensorial 86 consumidores con edades comprendidas entre 18 y 60 años de los cuales el 85% fueron mujeres y el 15% hombres. Las pruebas se llevaron en la Facultad de Bromatología. La metodología utilizada, los atributos y el análisis estadístico fueron las mismas que el análisis sensorial ya descrito.



**Figura 2.** Mapa sensorial de las preguntas CATA de representación de atributos en la elección de la concentración de salvado de arroz. 9339: muestra control, 6007: 2% de salvado, 6202: 4% de salvado, 9724: 6% de salvado, 7729: 8% de salvado.

Los resultados de aceptabilidad sensorial mostraron que no hay diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre la muestra control y la muestra con el agregado de 2% de salvado. Ambas muestras fueron descritas como jugosas, condimentadas, aspectos casero, sabroso y salado. Además fue factible inferir que los atributos aroma a pollo, tiernas, aspecto casera, condimentada y salada fueron los responsables del mayor impacto positivo en relación a la aceptabilidad de las muestras.

El estudio permitió seleccionar el porcentaje del 2% de salvado de arroz blanco estabilizado para el diseño del medallón. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 2.

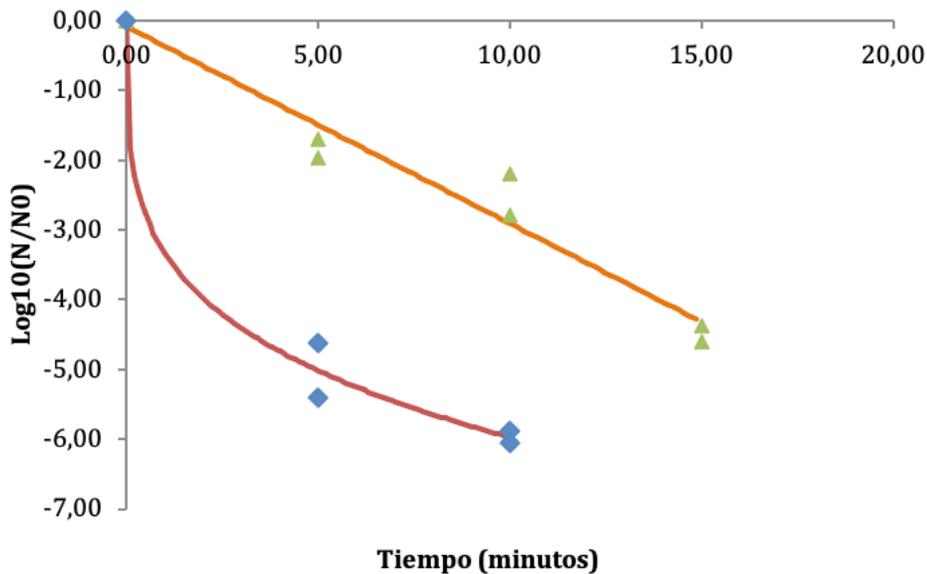
Estos estudios también permitieron determinar que el consumidor lo valoró como un alimento que le "gusta ligeramente".

### 3- Efecto de las variables de operación de cocción sous vide sobre la destrucción de *Salmonella*

Para evaluar el proceso de cocción sous vide se evaluaron tres temperaturas de cocción, 65, 70 y 75 °C en un tiempo de 15 minutos. Los resultados de las células supervivientes se graficaron en función del tiempo de tratamiento aplicado. Se llevaron a cabo con cada una de las dos cepas en fase estacionaria de crecimiento. Se comenzó con inóculos entre 7 y 8 log UFC/g en el medallón.

#### Proceso de cocción a 60°C por 15 minutos

Las gráficas de muerte de las cepas INTA *Salmonella* Enteritidis 284/14 y 495/65 se muestran en la Figura 3.



**Figura 3.** Gráficas de termodestrucción de la cepa INTA SE 495/65 a 70°C por 15 minutos. ▲ SE 495/65, ◆ SE 284/14

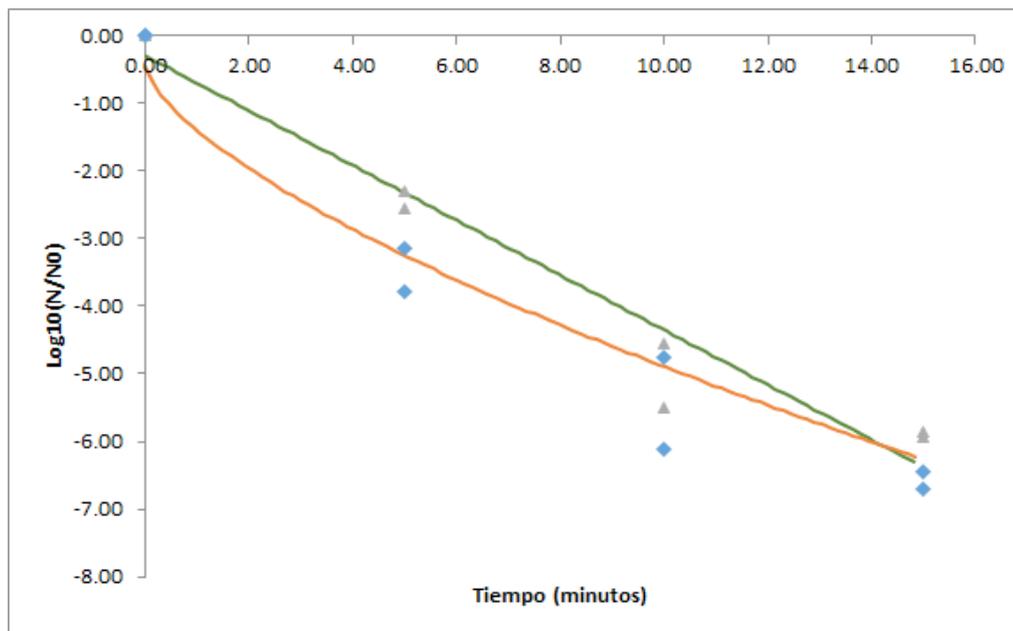
Los datos de supervivencia de la cepa INTA SE 495/65 modelaron con una regresión lineal con una  $K_{max} = 0,65 \pm 0,06 \log(N/N_0)/\text{min}$ , con un coeficiente de regresión ( $R^2$ ) de 0,958 y un error cuadrático medio de 0,38 log (N/N0), este tratamiento redujo 4,5 log la concentración de bacterias inoculadas, mientras que los datos obtenidos de la cepa INTA SE 284/14 se ajustaron al modelo de Weibull con  $\delta = 0,01$  y  $p = 0,25$ . El coeficiente de regresión ( $R^2$ ) fue de 0,99 y un error cuadrático medio de 0,34 log (N/N0). Como puede observarse el tratamiento térmico redujo 6 log la concentración de bacterias inoculadas.

#### Proceso de cocción a 70 °C 15 minutos

En este tratamiento se comenzó con inóculos de 9 log UFC/g en el medallón.

Después del tratamiento a 70 °C por 5 minutos no hubo crecimiento de la cepa INTA SE 284/14 en los medios ensayados.

La gráfica de termodestrucción de la cepa INTA SE 495/65 a 70 y 75 °C por 15 minutos se muestra en la Figura 4.



**Figura 4.** Gráficas de termostrucción de la cepa INTA SE 495/65 a 70 y 75°C por 15 minutos. ▲ 70 °C por 15 minutos, ◆ 75 °C por 15 minutos.

Los datos de supervivencia a 70 °C por 15 minutos modelaron con una regresión lineal con una  $K_{max} = 0,93 \pm 0,09 \log_{10} (N/N_0)/\text{min}$ , con un coeficiente de regresión ( $R^2$ ) de 0,95 y un error cuadrático medio de  $0,58 \log_{10} (N/N_0)$ . Como puede observarse este tratamiento redujo 5,9 log la concentración de bacterias inoculadas.

Los datos de supervivencia a 75 °C por 15 minutos se ajustaron al modelo de Weibull con  $\delta = 1,05$  y  $p = 0,66$ . El coeficiente de regresión ( $R^2$ ) fue de 0,95 y un error cuadrático medio de  $0,69 \log (N/N_0)$ . Como puede observarse el tratamiento térmico redujo 6,5 log la concentración de bacterias inoculadas.

#### Determinación de los valores 7D

A partir de los datos de los valores 4D suministrados por el software GInaFit se calcularon los valores 7D para cada temperatura.

**Tabla 2.** Valores 7D obtenidos a las temperaturas estudiadas

Cepa	Tiempo y temperatura de cocción	7D (min)
SE 495/65	65°C 15 minutos	24,9
SE 284/14	65°C 15 minutos	11,5
SE 495/65	70°C 15 minutos	17,3
SE 495/65	75°C 15 minutos	14,9

Los valores 7D obtenidos para la cepa INTA *Salmonella* Enteritidis 495/65 son similares a los reportados por Jin y col., (2018) para *Salmonella* Agona en alimentos de baja actividad de agua. Los datos reportados por estos autores son:  $T_{ref}: 75 \text{ °C}$ ;  $aw_{ref}: 0,9$ ,  $D_{ref} \text{ (min)}: 0,99$  y  $z \text{ (°C)}: 8,9$ .

En un estudio realizado con cepas nativas, Lound y col., (2017) reportan alta resistencia térmica de estas serovariedades de *Salmonella enterica* en albúmina de huevo deshidratada. Por otra parte, He y col., (2013) encontraron tiempos de aproximadamente 20 minutos para lograr 7 reducciones decimales de *S. Enteritidis* y *S. Typhimurium* en alimentos con 0.80 de actividad de agua.

De acuerdo a los resultados obtenidos es importante mencionar que estos tratamientos se estudiaron para eliminar 7 log la carga microbiana en el medallón, sin embargo, es de esperar que si se controla la contaminación en el proceso de elaboración la carga microbiana de este alimento no presente concentraciones tan grandes de estas bacterias, por lo que, teniendo en cuenta los resultados obtenidos a 75°C, tratamientos de 15 minutos serían suficientes para asegurar la inocuidad de este alimento.

#### 4- Resultados de los análisis físico-químicos

El medallón de pollo y hortalizas se diseñó en base a recetas, estudios previos y los resultados obtenidos de los análisis sensoriales. Se elaboró mezclando pechuga de pollo (67%), calabaza (15%) y zanahoria (15%) pre-cocidas, salvado de arroz blanco (2%) y condimento (1%). Este producto se cocinó mediante proceso *sous vide* (envasado al vacío, cocido a 75 °C por 15 minutos y refrigerado a 3°C).

Los resultados de los estudios realizados se presentan en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Resultados análisis físico-químicos realizados

Los datos se expresan como promedio  $\pm$  desviación estándar, n=3 por grupo.

	Medallón cocido con 2% de salvado
$a_w$	0,880 $\pm$ 0,005
Humedad (%)	65,7 $\pm$ 0,58
pH	6,34 $\pm$ 0,63
$L^*$	67,75 $\pm$ 3,8
$a^*$	4,23 $\pm$ 0,37
$b^*$	34,96 $\pm$ 2,18
Cenizas (%)	1,53 $\pm$ 0,02
Dureza (N)	9,4 $\pm$ 1,5
Cohesividad	0,5 $\pm$ 0,02
Adhesividad	0,6 $\pm$ 0,3
Gomosidad	5,0 $\pm$ 0,7
Consistencia	37,9 $\pm$ 5,2
Rendimiento (%)	15,92 $\pm$ 0,35
Pérdida por centrifugación (%)	2,86 $\pm$ 0,22

Resulta de importancia conocer el perfil de textura para poder evaluar los posibles cambios que se produzcan durante la vida útil de este alimento, que podrían ser percibidos por los consumidores, lo que impactaría en la aceptación del producto.

#### 5- Análisis microbiológico

Los resultados de los análisis microbiológicos se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Resultados de análisis microbiológicos.

	Medallón cocido con 2% de salvado
Recuento bacterias psicrótrofas	<2 log
Recuento de bacterias proteolíticas	3,44 log
Recuento de mohos y levaduras	<2 log
Recuento de Enterobacterias	<2 log
Recuento de Bacterias ácido lácticas	<2 log

La calidad de los alimentos cárnicos cocidos se determina, entre otros parámetros, por el crecimiento de microorganismos. Para el control de la supervivencia microbiana y el crecimiento de microorganismos en los alimentos, se utilizan procedimientos de conservación de alimentos como el que se ha aplicado a este alimento (envasado al vacío y conservado en refrigeración a 3 °C). El proceso de cocción *sous vide* ha demostrado ser muy eficaz para incrementar la vida útil de productos cárnicos (Stringer y Metris, 2018).

Se observaron bajos recuentos iniciales de microorganismos psicrótrofos y Enterobacterias. Eso reflejó la efectividad del tratamiento térmico de pasteurización aplicado al medallón.

La flora microbiana predominante parecen ser las bacterias proteolíticas. Es necesario estudiar su comportamiento durante el almacenamiento, así como el de las BAL, dado que se ha reportado que en los productos cárnicos envasados bajo vacío se restringen el crecimiento de *Pseudomonas* spp. por lo que las BAL, se convierten en el componente principal de la microflora (Marchetti L., 2014).

## Conclusiones

La metodología CATA resultó una técnica adecuada para evaluar las apreciaciones de los consumidores.

De acuerdo a los datos obtenidos de los estudios del proceso de cocción se concluye que es conveniente cocinar el medallón a una temperatura interna de 75 °C por 15 minutos en el centro para obtener un alimento inocuo para la población consumidora.

Los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales estudiados en el medallón cocido elaborado con carne de pollo, zanahoria y calabaza pre-cocidas, salvado de arroz blanco y condimento, fueron adecuados para este tipo de productos.

## BIBLIOGRAFIA

- BCCDC, (2014) Centre for Disease Control Environmental Health Services and the BC Sous Vide Working Group. Guidelines for restaurant sous vide cooking safety in British Columbia [Internet]. Vancouver: BC Centre for Disease Control; [http://www.bccdc.ca/resourcegallery/Documents/Guidelines%20and%20Forms/Guidelines%20and%20Manuals/EH/FPS/Food/SVGuidelines\\_FinalforWeb.pdf](http://www.bccdc.ca/resourcegallery/Documents/Guidelines%20and%20Forms/Guidelines%20and%20Manuals/EH/FPS/Food/SVGuidelines_FinalforWeb.pdf)
- BRITOS, S., Saravi, A., Chichizola, N., Villela, F. (2012). Hacia una alimentación saludable en la mesa de los argentinos. Programa Agronegocios y Alimentos. UBA. Disponible en URL:<http://cepea.com.ar/cepea/wp-content/uploads/2012/12/Hacia-unaalimentaci%C3%B3n-saludable-en-la-mesa-de-los-argentinos-libro-20121.pdf>
- BALDWIN, D.E. (2012). Sous vide cooking: A review. *Inter Journal Gastro Food Sci.*; 1 (1); 15-30. doi: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878450X11000035>

- HE, Y., Y. Li, J. K. Salazar, J. Yang, M. L. Tortorello, and W. Zhang. 2013. Increased water activity reduces thermal resistance of *Salmonella enterica* in peanut butter. *Appl. Environ. Microbiol.* 79(15):4763-4767. doi: 10.1128/AEM.01028-13
- JIN Y., Pickens S., Hildebrandt I., Burbick S., Grasso-Kelley E., Keller S., Anderson N. (2018). Thermal Inactivation of *Salmonella Agona* in Low-Water Activity Foods: Predictive Models for the Combined Effect of Temperature, Water Activity, and Food Component. *Journal of Food Protection*, 81 (9) 1411-1417. doi:10.4315/0362-028X.JFP-18-041
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. (1991). ISO 4832:1991
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. (1998). ISO 15214:1998
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. (2001). ISO 17410:2001
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. (2008). ISO 21527-1:1998
- LOUND, L.; Aleu, H.; Broggi, L.; Genaro, V.; Tesouro, R.; Favre, L.; Plem, S.; Tofolón, E. (2017) Resistencia térmica de *Salmonella*. Efecto del pH y la actividad del agua. *Ciencia, Docencia y Tecnología* 7(7)1-17. doi: pcient.uner.edu.ar/index.php/Scdyt/article/view/388
- MARCHETTI L. 2014. *Alternativas tecnológicas para el desarrollo de productos cárnicos emulsionados saludables* (Tesis doctoral). Universidad Nacional de la Plata, Argentina. Recuperado de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/34958>
- MASSA, A. E. (2006). Cambios bioquímicos post-mortem en músculo de diferentes especies pesqueras. Determinación de la vida útil de las mismas en frío (Tesis Doctoral). Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. Recuperado de [https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/2602/Massa\\_2006.PDF?sequence=1&isAllowed=y](https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/2602/Massa_2006.PDF?sequence=1&isAllowed=y)
- MINISTERIO DE ECONOMÍA, Hacienda y Finanzas de la provincia de Entre Ríos. (2015). Informe Ejecutivo 2015. Recuperado de: [https://www.entrerios.gov.ar/minecon/userfiles/files/otros\\_archivos/inf\\_eje\\_prov.pdf](https://www.entrerios.gov.ar/minecon/userfiles/files/otros_archivos/inf_eje_prov.pdf)
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (2015). Alimentos y bebidas ultraprocesados en América Latina: tendencias, efecto sobre la obesidad e implicaciones para las políticas públicas. Recuperado de [http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/7698/9789275318645\\_esp.pdf](http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/7698/9789275318645_esp.pdf)
- SHARIF, M. K., Anjum, F. M., Khan, S.H. (2014). Rice Bran: A Novel Functional Ingredient. *Food Science and Nutrition*, 54, 807-816.
- STRINGER S., and Metris A. (2018). Predicting bacterial behaviour in sous vide food. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 117-128 <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijgfs.2017.09.001>
- KIM, S.M, Chung, H. J, Lim, S. T. (2014). Effect of various heat treatments on rancidity and some bioactive compounds of rice bran. *Journal of Cereal Science* 60 243-248. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2014.04.001>
- PARENTE, M. E., Manzoni, A. V., y Ares, G. (2011). External preference mapping of commercial antiaging creams based on consumers' responses to a check-all-that-apply question. *Journal of Sensory Studies*, 26, 158-166. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2011.00332.x>

**PID 9092**

**Denominación del Proyecto**

Diseño y desarrollo de productos alimenticios con tecnología Sous Vide

**Directora**

LOUND, Liliana Haydée

**Codirectora**

GOMEZ, María Beatriz

**Unidad de Ejecución**

Facultad de Bromatología

**Dependencia**

Universidad Nacional de Entre Ríos

**Contacto**

[lilianalound@gmail.com](mailto:lilianalound@gmail.com)

**Integrantes del proyecto**

Docentes: Abalos, Rosa Ana; Aizaga, María Tulia; Alfaro, Cristina Mabel; Brossard; María; Lencina, María Sabrina. Integrantes estudiantes de posgrado: Aviles, Maria Victoria; Naef, Elisa Fernanda

**Becarios**

Melchiori, Florencia; Schargorodsky, Florencia Paola (Becarios CIN), Romani, Carolina (Becario de formación vinculado a PID)

**Fechas de iniciación y de finalización efectivas**

29/08/2017 y 28/08/2019

Aprobación del Informe Final por Resolución CS N° 402/19 (17/12/2019)