

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN ÓPTIMA DE EDULCORANTE STEVIA EN MERMELADAS DE UVA BAJAS CALORÍAS A TRAVÉS DEL PUNTO DE CORTE SENSORIAL OBTENIDO DE LAS ESTADÍSTICAS DE ANÁLISIS DE SUPERVIVENCIA

DETERMINATION OF THE OPTIMAL CONCENTRATION OF STEVIA SWEETENER IN LOW-CALORIE GRAPE JAM THROUGH THE SENSORY CUT-OFF POINT OBTAINED FROM SURVIVAL ANALYSIS STATISTICS

Mariana B. Laborde^{1,2,3}, Gisele Portela², Ana M. Pagano^{2,3}

(1) CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas), Buenos Aires - Argentina

(2) Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Facultad de Ingeniería (FIO), Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos, Av. del Valle 5737, Olavarría - Argentina

(3) Núcleo de Investigación TECSE (Tecnologías de Semillas y Alimentos), FIO-UNICEN, Av. del Valle 5737, Olavarría - Argentina

(e-mail: mariana.laborde@fio.unicen.edu.ar)

Recibido: 21/05/2020 - Evaluado: 28/06/2020 - Aceptado: 09/07/2020

RESUMEN

El presente trabajo estudia la concentración ideal de edulcorante natural Stevia en mermeladas desarrolladas a base de uvas reducidas en sus carbohidratos naturales, mediante una Prueba de Ubicación Central, a partir de un panel de 123 consumidores de la ciudad de Olavarría (Argentina), en un rango de edades de 15-65 años. Cada uno de los consumidores recibió 6 muestras de mermelada con diferentes concentraciones de edulcorante Stevia. Para cada muestra, los consumidores debieron responder de acuerdo a su grado de aceptabilidad si: "Es menos dulce de lo que a mí me gusta", "Es dulce como a mí me gusta" o "Es más dulce de lo que a mí me gusta". La concentración óptima resultó de 3.74% (p/p), lo que significa que 5.61 g del edulcorante Stevia equivalen a 100 g de azúcar común, para tal fin se empleó la técnica de Punto de Corte aplicando la Metodología Estadística de Supervivencia.

ABSTRACT

The present study studies the ideal concentration of natural sweetener Stevia in jams developed from grapes reduced in their natural carbohydrates, through a Central Location Test, from a panel of 123 consumers from the city of Olavarría (Argentina), in an age range of 15-65 years. Each of the consumers received 6 samples of jam with different concentrations of Stevia sweetener. For each sample, consumers had to answer according to their degree of acceptability if: "It is less sweet than I like it", "It is sweet as I like it" or "It is sweeter than I like it". The optimal concentration was 3.74% (w / w), which means that 5.61 g of the Stevia sweetener is equivalent to 100 g of common sugar, for which purpose the Cut Point technique was applied applying the Statistical Survival Methodology.

Palabras clave: prueba de ubicación central, análisis sensorial, punto de corte, concentración de Stevia
Keywords: central location test, sensory analysis, cut off point, Stevia concentration

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, si bien existe un grupo de consumidores que eligen alimentos saludables connotados del efecto positivo que presenta una buena nutrición en la salud, sigue existiendo una gran mayoría de consumidores que eligen productos hipercalóricos (ricos en grasas, sal, azúcar) cuyo consumo altera el balance calórico derivando en sobrepeso y obesidad. Teniendo en cuenta esta problemática, el Ministerio de Salud de la Nación elaboró la "Estrategia Nacional para la Prevención y Control de Enfermedades no Transmisibles" (aprobada mediante Resolución N° 1083 del 29/12/2009), en el marco de la cual la Dirección de Promoción de la Salud y Control de Enfermedades No Transmisibles, propuso la creación del "Programa Nacional de Alimentación Saludable y Prevención de la Obesidad" (Resolución N° 732/2016).

Este Programa Nacional tiene entre sus objetivos, por un lado, atender a un sector de la sociedad que busca una alimentación sana y equilibrada, y por otra parte procura revertir la situación que sufre otra importante fracción de la población argentina que tiene exceso de peso en algún grado (4 de cada 10 adultos tiene sobrepeso y 2 de cada 10 obesidad), problemática de salud que se encuentra en claro aumento tanto en adultos como en etapas más precoces de la vida. El sobrepeso y la obesidad constituyen el sexto factor principal de riesgo de muerte en el mundo (cada año fallecen alrededor de 3.4 millones de personas adultas como consecuencia de este problema). Estas patologías explican el 44% de la carga de diabetes, el 23% de cardiopatías isquémicas y entre el 7-41% de ciertos cánceres. No obstante, la obesidad puede prevenirse promoviendo un mayor consumo de alimentos nutritivos saludables, acompañado de un incremento en la actividad física (Resolución N° 732/2016).

En concordancia con esta política de salud pública nacional y contribuyendo al Programa Nacional en su lineamiento específico "Promoción y regulación de alimentos procesados saludables" que establece la reducción de los azúcares en los alimentos procesados, se diseñó una mermelada de uva reducida en calorías a base de un edulcorante natural Stevia en reemplazo total de la sacarosa empleada habitualmente en las formulaciones clásicas.

No obstante, estudios previos han demostrado que el uso de Stevia en diversos productos alimenticios puede generar un sabor amargo desagradable dependiendo de la concentración empleada (Goto & Clemente, 1998; Prakash *et al.*, 2008; Villagran Jaramillo *et al.*, 2009; Durán *et al.*, 2012; Salvador-Reyes *et al.*, 2014; Vasquez *et al.*, 2015; Benítez & Pozuelo, 2017). Particularmente, en el desarrollo de mermeladas con agregado de stevia en sustitución del azúcar común, han sido utilizadas diferentes proporciones de este edulcorante dependiendo de diversos aspectos tales como las características del material vegetal a procesar, según sea manzana (Sutwal *et al.*, 2019), fresa (Oyb *et al.*, 2015; Carvalho *et al.*, 2013), calabaza (Castillo Gavidia, 2014), fruta de la pasión y guanábana (de Souza *et al.*, 2013), gayaba y durazno (Bejarano Martínez, 2015), etc.; y la forma de presentación de la stevia empleada en el proceso, según se use el edulcorante en forma de polvo (Ruiz Ruiz & Segura Campos, 2019), hojas secas molidas (Oyb *et al.*, 2015) o extracto líquido (Sutwal *et al.*, 2019; Ruiz Ruiz & Segura Campos, 2019).

El análisis sensorial es una herramienta fundamental de gran utilidad para establecer la preferencia del consumidor respecto de la variable a optimizar, que en este caso corresponde a la determinación del contenido de Stevia óptimo para la elaboración de la mermelada. Al análisis sensorial se lo define como "*a la rama de la ciencia utilizada para obtener, medir analizar e interpretar las reacciones a determinadas características de alimentos y materiales, tal y como son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído*" (División de Evaluación Sensorial del Instituto de Tecnólogos de los Alimentos (1975) en Ibáñez Moya y Barcina Angulo, 2001).

El diseño de un ensayo de análisis sensorial implica toma de decisiones acerca de un gran número de factores; entre ellos, el tipo de prueba a llevar adelante, la selección del panel y las condiciones bajo las que se evalúa el producto. Respecto al tipo de prueba, numerosos autores compararon la Prueba de Ubicación Central (PUC) con la Prueba de Uso en el Hogar (PUH) (Boutrolle *et al.*, 2007; Sosa *et al.*, 2008; Schouteten *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2020), encontrando diferencias entre ambas y concluyendo que PUH se acerca más a la realidad del

consumidor. Sin embargo, para ensayos orientados a la prueba de más de un producto en una misma sesión y para productos que no se encuentran fuertemente ligados al contexto, resulta más adecuada PUC (Boutrolle *et al.*, 2007). La Prueba de Ubicación Central consiste en la evaluación del producto por parte de un gran panel de consumidores (entre 75-300 individuos), luego de estar en contacto con el producto por un breve tiempo, bajo condiciones controladas de consumo. Hough *et al.* (2006), sugirieron un número de 112 consumidores bajo determinadas condiciones de ensayo (un valor α o error de Tipo I del 5%, un valor β o error de Tipo II del 10% y una diferencia entre medias de muestra del 10% de la escala sensorial).

El objetivo del presente trabajo fue determinar la concentración óptima de edulcorante Stevia en mermelada de uva libre de los azúcares mayoritarios de la fruta (glucosa y fructosa), a través del Punto de Corte sensorial obtenido de las Estadísticas de Análisis de Supervivencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Procedimiento de elaboración de la mermelada

Las muestras de uvas frescas fueron lavadas por inmersión con agua potable a temperatura ambiente durante 10 minutos (a fin de eliminar las ceras superficiales) y posteriormente escurridas. Luego se sometieron a una etapa de remoción de los azúcares mayoritarios propios de la uva, glucosa y fructosa (Eyéghé-Bickong *et al.*, 2012), optimizado en trabajos anteriores (Laborde *et al.*, 2017; Laborde, 2019). Para ello la fruta se sumergió durante 25 minutos en un baño osmótico de agua destilada a temperatura ambiente, empleando una relación fruta:solvente de 1:4 en peso, con aplicación de ultrasonido.

Las uvas con los azúcares removidos se trituraron con una procesadora manual y se sometieron a un proceso de cocción hasta lograr una disminución de un tercio de su volumen inicial. Luego se adicionó ácido cítrico en una proporción de 0.5% p/p (García-Martínez *et al.*, 2002), pectina de bajo grado metoxilo (GENUTM Pectin LM 104, marca CP Kelco, USA) en proporción de 1% p/p (Lima Morelli & Prado, 2012) y edulcorante natural en base a Stevia sin calorías (marca Dulsevia, Argentina).

La proporción del edulcorante se fijó teniendo una relación fruta:azúcar de 60:40 (p/p), típica de las formulaciones tradicionales, en tanto la equivalencia en dulzor entre el edulcorante Stevia y el azúcar común fue justamente el objetivo a determinar en el presente trabajo. La cocción se continuó hasta alcanzar una concentración del orden de los 40 °Brix (CODEX ALIMENTARIUS, STAN 296, 2009). Inmediatamente después la mermelada en caliente fue envasada en recipientes de vidrio esterilizados con tapa "twist off" (media rosca) y el producto fue llevado a un tratamiento térmico.

El edulcorante Stevia (marca "Dulsevia", Argentina) utilizado para la elaboración de la mermelada declara en su rótulo la equivalencia comparativa del endulzante en relación al azúcar común o sacarosa (1 cucharadita Dulsevia = 3 cucharaditas azúcar). No obstante, para definir la relación más exacta entre el contenido de sacarosa y la cantidad de edulcorante Stevia a emplear en la formulación de la mermelada, se propuso una metodología Punto de Corte evaluándose la característica de "dulzor en el producto".

Preparación de muestras para el ensayo sensorial

Para este ensayo se elaboraron 6 (seis) mermeladas (con el procedimiento explicado anteriormente), empleando diferentes concentraciones de edulcorante Stevia, tal como se indican a continuación: 1.7, 3.0, 4.3, 5.7, 7.0 y 8.3% p/p (g de edulcorante por cada 100 g de fruta pretratada). El rango de concentraciones evaluadas en el ensayo sensorial fue definido a través de equivalencias encontradas para otros edulcorantes Stevia comerciales con la misma proporción de steviósido que "Dulsevia", y considerando además pruebas preliminares realizadas con el objetivo de asegurar los extremos de sabor dulce "Poco dulce" y "Muy dulce".

Definición del tipo de prueba para el ensayo de análisis sensorial

La evaluación de la concentración óptima de edulcorante Stevia en la mermelada de uva desde el punto de vista del dulzor se realizó mediante una Prueba de Ubicación Central (PUC), a partir de un panel de 123 consumidores de la ciudad de Olavarría (Provincia de Buenos Aires, Argentina), en un rango de edades entre 15 y 65 años. Las pruebas se llevaron a cabo en cuatro días, entre las 10:00 am y las 11:30 am, en un aula del Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos de la Facultad de Ingeniería UNICEN (Olavarría, Argentina).

Cada consumidor recibió seis recipientes plásticos transparentes descartables, codificados con números de tres dígitos (Ibáñez Moya & Barcina Angulo, 2001; Sosa *et al.*, 2008) con una porción limitada de mermelada, correspondientes a las seis concentraciones de edulcorante, dispuestas monádicamente en orden aleatorio (Fig. 1).

Los consumidores recibieron además una encuesta para determinar el perfil del consumidor en función del sexo, edad y consumo de mermelada, edulcorante y Stevia, entre otros. Como recomendación, se indicó a los consumidores que debían probar las mermeladas de izquierda a derecha, saboreando cada una, bebiendo agua mineral a temperatura ambiente y esperando un minuto entre cada muestra. Habiendo recibido una porción limitada de mermelada e indicándoseles que beban agua entre una muestra y otra, se buscó evitar que se saturara el paladar de los consumidores, haciendo así posible evaluar las seis muestras en una sola sesión.

Luego de probar cada muestra, los consumidores debieron marcar con una cruz en una escala que presenta las siguientes opciones: "Es menos dulce de lo que a mí me gusta", "Es dulce como a mí me gusta" o "Es más dulce de lo que a mí me gusta".

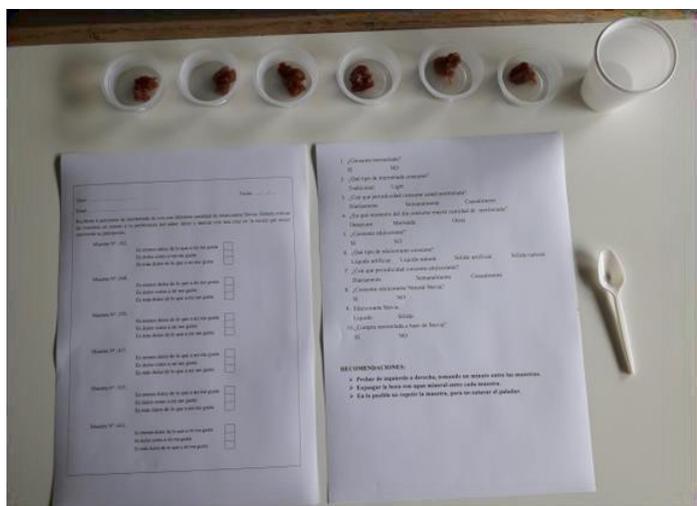


Fig. 1: Muestras entregadas para el ensayo sensorial.

Análisis estadístico de resultados para la determinación de la concentración óptima de edulcorante

El punto de corte (PC), modelo desarrollado por Langohr *et al.* (2013), se estimó mediante metodología de Estadística de Supervivencia (Garitta *et al.*, 2015; Garitta *et al.*, 2018). La misma consiste en evaluar el tiempo en que se produce un evento de interés; es decir, para el estudio en cuestión el evento de interés fue el rechazo del consumidor. Se evalúa la intensidad del descriptor crítico (ID) donde se produce el rechazo de la muestra. De esta manera la intensidad del ID se define como la variable explicativa, la cual es aleatoria y no debe ser negativa, ya que el rechazo de cada consumidor depende de variaciones aleatorias (Sosa, 2011; Elizagoyen, 2019).

Esto se interpreta a través de la función de supervivencia $S(d_i)$ o su complemento, la función de rechazo $R(d_i) = 1 - S(d_i)$, la cual se define como la probabilidad de que un consumidor rechace un producto antes de la intensidad del descriptor crítico i_d , y se representa como: $R(i_d) = P(ID \leq i_d)$. Cuando el tiempo es superior al tiempo observado, el dato está censurado a la derecha; si se conoce que el tiempo es menor al observado, éste está censurado a la izquierda. Cuando el evento de interés se encuentra entre dos tiempos da lugar al intervalo de censura. Este concepto se aplica en la determinación del PC, pero en lugar de tiempos, se utiliza la intensidad del descriptor crítico.

Teniendo en cuenta esto y el modelo basado en análisis estadístico de Supervivencia, que permite determinar la concentración óptima de edulcorante equivalente a la sacarosa (Garitta *et al.*, 2006), al aumentar la concentración de edulcorante en la mermelada existen dos eventos posibles desde el punto de vista del consumidor: la transición de ser "Poco dulce" a que "esté bien" y la transición de que "esté bien" a que sea "Muy dulce".

El modelo de Garitta *et al.* (2006), admite a C ser la variable al azar que representa la concentración de edulcorante óptima para un consumidor, asumiendo que C es absolutamente continua con la distribución de la función $F(c)$. Por lo que, para cada concentración c , habrá 2 funciones de rechazo:

$R_{ps}(c)$ = la probabilidad de que un consumidor rechace una muestra de mermelada con la concentración c porque es "Poco dulce", siendo $R_{ps}(c) = P(C > c) = 1 - F(c)$

$R_{ms}(c)$ = la probabilidad de que un consumidor que rechace una muestra de mermelada con la concentración c porque es "Muy dulce", siendo $R_{ms}(c) = P(C < c) = F(c)$

La función de rechazo se estima maximizando la función de verosimilitud (V), que describe la probabilidad conjunta de los datos observados experimentalmente de n consumidores (Garitta *et al.*, 2004; Klein & Moescheberger, 2006). Esta ecuación (ec. 1) refleja cómo contribuye cada tipo de censura en la función de verosimilitud.

$$V = \prod_{i \in D} (1 - R(d_i)) \prod_{i \in IZ} R(i_z) \prod_{i \in I} R(i_i) - R(d_i) \quad (1)$$

En el presente trabajo existen 2 funciones de verosimilitud: L_{pd} ("Poco dulce") y L_{md} ("Muy dulce"), entonces la ec. 1 quedaría:

$$L_{pd} = \prod_{i \in R} R_{pd}(r_i) \prod_{i \in L} (1 - R_{pd}(l_i)) \prod_{i \in I} (R_{pd}(l_i) - R_{pd}(r_i)) \quad (1.a)$$

$$L_{md} = \prod_{i \in R} R_{md}(r_i) \prod_{i \in L} (1 - R_{md}(l_i)) \prod_{i \in I} (R_{md}(l_i) - R_{md}(r_i)) \quad (1.b)$$

donde R son las observaciones censuradas a la derecha; L las observaciones censuradas a la izquierda, e I las observaciones censuradas en un intervalo.

Usualmente, los valores de rechazo no se distribuyen normalmente, sino que se encuentran sesgados a la derecha, por eso el modelo normal no es adecuado. En este caso Klein & Moescheberger (2006) y Meeker & Escobar (2014), presentan diferentes distribuciones como la distribución Lognormal o de Weibull. Una forma de representar dichas distribuciones es mediante un modelo Log-lineal (ec. 2):

$$Y = (ID) = \mu + \sigma W \quad (2)$$

donde: ID es la intensidad del descriptor crítico en la cual un consumidor rechaza la muestra, μ y σ son los parámetros del modelo, y W la distribución del error. En lugar de plantear un modelo para ID , se modela su

transformación logarítmica. Para Lognormal, W es la distribución normal estándar; mientras que para Weibull, W es la distribución del valor extremo. La función de rechazo, para la distribución Lognormal (ec. 3a y 3b) y Weibull (ec. 4a y 4b), está dado por:

$$R_{pd}(c) = 1 - \Phi\left(\frac{\ln(c) - \mu_{pd}}{\sigma_{pd}}\right) \quad (3.a)$$

$$R_{md}(c) = 1 - \Phi\left(\frac{\ln(c) - \mu_{md}}{\sigma_{md}}\right) \quad (3.b)$$

$$R(c) = 1 - \exp\left[-\exp\left(\frac{\ln(c) - \mu_{pd}}{\sigma_{pd}}\right)\right] \quad (4.a)$$

$$R(c) = 1 - \exp\left[-\exp\left(\frac{\ln(c) - \mu_{md}}{\sigma_{md}}\right)\right] \quad (4.b)$$

donde: $\Phi(\cdot)$ es la función de distribución acumulativa de la curva normal; $\exp[-\exp]$ es la función de rechazo de la distribución del valor extremo, y μ , σ son los parámetros del modelo de estadística de supervivencia.

Los parámetros del modelo (μ y σ) se estiman maximizando la función de verosimilitud sustituyendo $R(d_i)$ en la ec. 1 por las expresiones dadas en las ec. 3 y 4. Una vez que la verosimilitud quedó conformada por un modelo dado, se utilizó el software estadístico R (programa de acceso libre: <http://www.r-project.org/>), para estimar los parámetros de los modelos, los percentiles y la desviación estándar correspondientes, considerado un 5% de nivel de significación.

La concentración óptima del contenido de Stevia en las mermeladas se calculó mediante la fórmula de Garitta *et al.* (2006) (ec. 5).

$$\text{Concentración óptima} \pm Z_{1-\alpha/2} \times \frac{1}{2} \sqrt{se_{pd}^2 + se_{md}^2} \quad (5)$$

donde $Z_{1-\alpha/2}$ es la coordenada $1-\alpha/2$ de la distribución normal estándar, y se_{pd} y se_{md} son los errores estándares de la concentración óptima calculada desde la curva de rechazo debido a "Poco dulce" y a "Muy dulce", respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de la encuesta

Del análisis de la encuesta surgió que de las 123 personas que se acercaron a la institución a realizar el análisis sensorial de las mermeladas de uva, el 76% eran mujeres y 24% varones, entre 15 y 65 años. Del total de personas consultadas, sólo el 2% no eran consumidores de mermelada. La mermelada tipo tradicional (en base a sacarosa) resultó ser la más elegida (60%), seguida de la light (44%) y el 3% restante, consume ambas mermeladas, siendo el desayuno el momento de mayor consumo (65%) de manera diaria (37%) y semanalmente (30%).

También se les preguntó sobre el consumo de edulcorantes, sólo el 44% incorpora este tipo de alimento en su dieta. Principalmente utilizan el edulcorante sólido (44%) de manera diaria (56%), y más de la mitad de los consumidores (54%) eligen edulcorante Stevia para endulzar tanto de forma líquida (19%), como sólida (44%). Este resultado abonaría la posibilidad de ofrecer al mercado una mermelada a base de edulcorante natural Stevia que, al resultar reducida en azúcares, contribuya a la "Promoción y regulación de alimentos procesados saludables" ("Programa Nacional de Alimentación Saludable y Prevención de la Obesidad"). Por otro lado, aunque un gran porcentaje de personas consumen mermelada y/o edulcorante, sólo el 7% consume la combinación de estos dos, es decir, mermelada con Stevia.

Análisis estadístico

Se consideraron dos modelos paramétricos, Weibull y Lognormal, se seleccionó el modelo de mejor ajuste de los datos (Hough, 2010), o sea aquella distribución con el valor absoluto de verosimilitud más bajo; es decir, que presente el menor valor de log-likelihood que surge de comparar los valores del logaritmo de la verosimilitud (log-likelihood). Teniendo en cuenta esto, el modelo Lognormal resultó mejor para ajustar los datos (Tabla 1).

Tabla 1: Valores de log-likelihood para las distribuciones de Weibull y Lognormal de la curva de rechazo en la prueba sensorial preliminar.

Evento	Distribución de Weibull	Distribución Lognormal
"Poco dulce"	136.5239	135.3475
"Muy dulce"	123.7191	121.9135

Como primera medida, se descartaron los resultados de aquellos encuestados que no consumían mermelada, quedando para analizar un total de 121 ensayos, los cuales se emplearon para construir ambas curvas de rechazo y se prosiguió con el cálculo de los parámetros μ y σ , con sus respectivos intervalos de confianza ($\alpha=0.05$):

- 1- "Poco dulce" (3.a): $\mu: 1.09 \pm 0.42$; $\sigma: 1.96 \pm 0.65$
- 2- "Muy dulce" (3.b): $\mu: 2.31 \pm 0.18$; $\sigma: 0.68 \pm 0.19$

Con estos valores se construyeron las curvas de rechazo "Poco dulce" (línea azul, Fig. 2) y "Muy dulce" (línea roja, Fig. 2).

La concentración óptima de edulcorante natural Stevia en la mermelada de uva puede ser hallada mediante el mínimo de la curva resultante de sumar las curvas de rechazo de ambos eventos, "Poco dulce" y "Muy dulce", dando como resultado la línea continua de trazo grueso, Fig. 2 (Garitta *et al.*, 2006).

Usando la ec. 4, resultó que la concentración óptima de edulcorante Stevia estimada para el ensayo realizado en un local centralizado fue de 3.74% (p/p), lo que significa que 5.61 g de Stevia equivalen a 100 g de azúcar común (sacarosa). Para este valor óptimo hubo un 52.5% de consumidores que rechazaron las muestras de mermelada, de los cuales un 45% del rechazo fue por considerar la mermelada "Poco dulce" y un 7% lo rechazó por percibirlo "Muy dulce".

En base a los resultados anteriores, la formulación desarrollada para la mermelada de uvas bajas calorías quedó finalmente definida con las proporciones que se muestran en la Tabla 2.

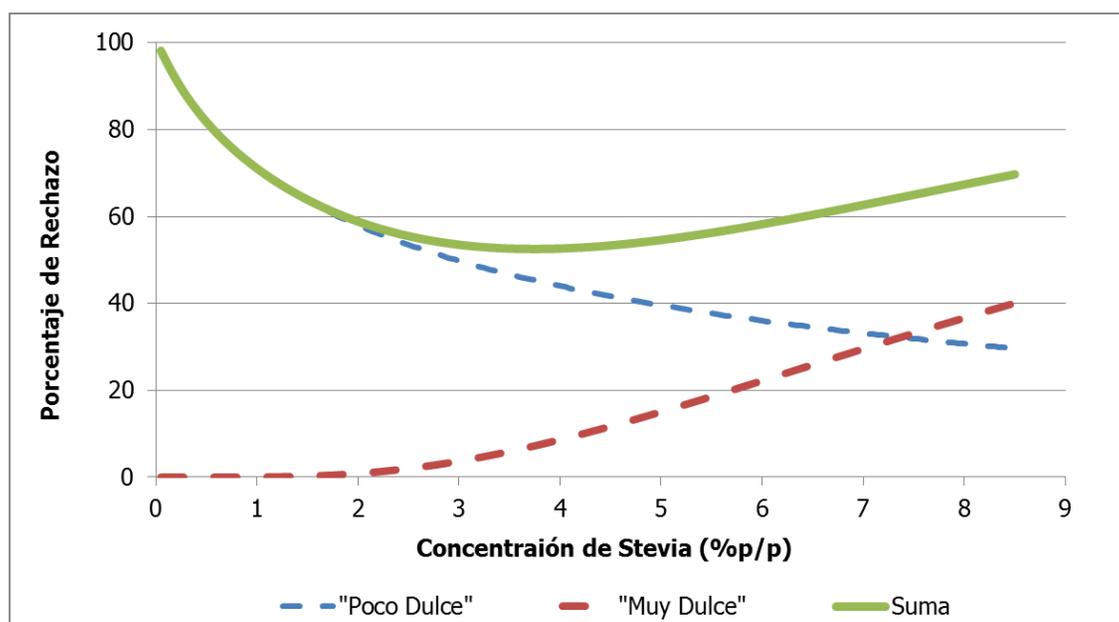


Fig. 2: Curva de sabor dulce óptimo obtenido por la suma de rechazos por "Poco dulce" y por "Muy dulce".

Tabla 2: Formulación desarrollada para la mermelada de uva *Red Globe* bajas calorías.

Componente	Contenido (g/100 g fruta)
Uva <i>Red Globe</i>	100.00
Ácido cítrico (Parafarm)	0.50
Pectina (Genu™ Pectin LM 104, CP Kelco)	1.00
Edulcorante natural a base de Stevia ("Dulsevia")	3.74

Del ensayo sensorial se desprende entonces que la equivalencia entre el edulcorante natural Stevia (marca "Dulsevia") y la sacarosa, para la elaboración de mermelada de uva, es 5.61 g de endulzante por cada 100 g de azúcar. Esta concentración óptima de edulcorante permite obtener un producto *light* reducido en azúcares a partir de uvas con sus azúcares propios (glucosa y fructuosa) removidos, endulzado con edulcorante Stevia sin calorías. El desarrollo de este producto, aceptado por los consumidores, representa una valiosa contribución a las alternativas de solución de una de las problemáticas que asecha a diferentes países del mundo como es la obesidad, ya que, si no se toman medidas de control, se predice que la obesidad crecerá a nivel mundial (Pineda *et al.*, 2018; Agha & Agha, 2017). Es conocido que, en los países desarrollados, los alimentos ultraprocesados proporcionan más del 50% de la ingesta diaria de energía (Hall *et al.*, 2019; Hall 2018; Lam & Adams, 2017; Poti *et al.*, 2017). En este contexto, nuestro país ha desarrollado políticas en prevención y control de sobrepeso y obesidad enmarcadas en el "Programa Nacional de Alimentación Saludable y Prevención de Obesidad" (Resolución 732/2016, Dirección de Promoción de la Salud y Control de ENT), en la "Estrategia Nacional para la Prevención y Control de Enfermedades no Transmisibles" y en el "Plan Nacional Argentina Saludable", los cuales promueven una dieta sana y variada (Resolución Nº 1083/2009, Ministerio de Salud Pública de la Nación Argentina), y la reducción/sustitución de azúcares en alimentos procesados, en concordancia con los lineamientos que promueven organismos internacionales como FAO y OMS.

Recientemente, en sintonía con el objetivo del presente trabajo, a nivel internacional varios investigadores buscan aportar propuestas que contribuyan a resolver esta problemática elaborando mermeladas bajas calorías con la inclusión de edulcorante Stevia, determinando asimismo mediante ensayos sensoriales el contenido de edulcorante aceptable (como reemplazo del azúcar) por el consumidor en mermeladas a base de manzana

(Sutwal *et al.*, 2019; Pielak *et al.*, 2020), maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*) (Chávez Ganchala, 2018), fresa (*Fragaria ananassa*) y mango (*Mangifera indica*) (Benítez & Pozuelo, 2017). En el presente estudio se logró sustituir el contenido total de sacarosa de la formulación tradicional de una mermelada por edulcorante natural stevia, además del reemplazo de gran parte de los azúcares calóricos de la uva (fructosa, glucosa) mediante un pretratamiento osmótico (desarrollado en trabajos previos), hallándose la concentración de edulcorante más adecuada en función de la percepción del consumidor, a través de una la técnica de punto de corte sensorial obtenido de las estadísticas de análisis de supervivencia (Marques *et al.*, 2020; Veloso *et al.*, 2020; Garitta *et al.*, 2015), garantizando la aceptabilidad del producto innovador reducido en azúcares.

CONCLUSIONES

Se llevó a cabo un ensayo sensorial a fin de determinar la concentración óptima de edulcorante Stevia en mermelada de uva libre de los azúcares mayoritarios de la fruta (glucosa y fructosa), mediante la determinación del Punto de Corte sensorial obtenido de las Estadísticas de Análisis de Supervivencia.

Del análisis de las encuestas surge que los hábitos alimenticios de la población de Olavarría se orientan principalmente al consumo de mermelada tipo tradicional (elaborada con sacarosa); sin embargo, incluyen en su alimentación al edulcorante natural Stevia. Por lo cual, sería oportuno ofrecer al mercado una mermelada a base de edulcorante natural Stevia y uva reducida en azúcares, contribuyendo a la "Promoción y regulación de alimentos procesados saludables".

El Punto de Corte sensorial permitió encontrar el valor óptimo de concentración de Stevia para la formulación de mermeladas de uva reducidas en calorías, resultando ser 3.74 g de Stevia por cada 100 g de uva pretratada.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a CONICET, a la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN) y a la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) del Ministerio de Educación, República Argentina, por el apoyo por el apoyo otorgado para la realización de la presente investigación.

REFERENCIAS

Agha, M. & Agha, R. (2017). The rising prevalence of obesity: part A: impact on public health. *International Journal of Surgery Oncology*, 2(7), e17.

Bejarano Martínez, V. E. (2015). *Elaboración y aceptabilidad de mermeladas a base de stevia Stevia Rebaudiana Bertoni como edulcorante*. Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo-Ecuador. <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/10715>

Benítez, J.A., & Pozuelo, K.C. (2017). *Desarrollo de mermeladas de fresa (Fragaria ananassa) y de mango (Mangifera indica) con sustitución parcial de azúcar por Stevia*. Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingenieras en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana. Carrera de Agroindustria Alimentaria. Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6030/1/AGI-2017-008.pdf>

Benítez, J.A. & Pozuelo, K.C. (2017). *Desarrollo de mermeladas de fresa (Fragaria ananassa) y de mango (Mangifera indica) con sustitución parcial de azúcar por Stevia*. Proyecto Especial de Graduación, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6030/1/AGI-2017-008.pdf>

Boutrolle, I., Delarue, J., Arranz, D., Rogeaux, M. & Köster, E. P. (2007). Central location test vs. home use test: Contrasting results depending on product type. *Food Quality and Preference*, 18(3), 490–499.

- Carvalho, A.C.G.D., Oliveira, R.C.G.D., Navacchi, M.F.P., Costa, C.E.M.D., Mantovani, D., Dacôme, A.S. *et al.* (2013). Evaluation of the potential use of rebaudioside-A as sweetener for diet jam. *Food Science and Technology*, 33 (3), 555-560.
- Castillo Gavidia, P.V. (2014). *Efectos del uso de dos edulcorantes naturales (estevia y panela) sobre el poder calórico de una mermelada de calabaza (cucurbita ficifolia)*. Bachelor's thesis. Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE), Quito-Ecuador. <http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/handle/123456789/19139>
- Chávez Ganchala, C.A. (2018). *Desarrollo de mermelada de pulpa y cáscara de maracuyá (Passiflora edulis flavicarpa), endulzada con stevia (Stevia rebaudiana)*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo Carrera de Ingeniería Agroindustrial. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/10199>
- Codex Stan 296 (2009). Norma del Codex para las confituras, jaleas y mermeladas. *Codex Alimentarius*. http://www.fao.org/input/download/standards/11254/CXS_296s.pdf.
- de Souza, V.R., Pereira, P A., Pinheiro, A.C.M., Bolini, H.M., Borges, S.V. & Queiroz, F. (2013). Analysis of various sweeteners in low-sugar mixed fruit jam: equivalent sweetness, time-intensity analysis and acceptance test. *International Journal of Food Science & Technology*, 48(7), 1541-1548.
- Durán, S., Rodríguez, M.D.P., Cordon, K. & Record, J. (2012). Estevia (*stevia rebaudiana*), edulcorante natural y no calórico. *Revista Chilena de Nutrición*, 39(4), 203–206.
- Elizagoyen, E.S. (2019). *Factores que influyen sobre la vida útil sensorial de productos alimenticios: almacenamiento en el hogar, fecha de vencimiento, tipo de producto, perfil del consumidor y entorno de evaluación*. Doctoral Dissertation, Universidad Nacional de La Plata, La Plata-Argentina. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/79617>
- Eyéghe-Bickong, H.A., Alexandersson, E.O., Gouws, L.M., Young, P.R. & Vivier, M.A. (2012). Optimisation of an HPLC method for the simultaneous quantification of the major sugars and organic acids in grapevine berries. *Journal of Chromatography B*, 885, 43–49.
- Garcia-Martinez, E., Ruiz-Diaz, G., Martinez-Monzo, J., Camacho, M.M., Martinez-Navarrete, N. & Chiralt, A. (2002). Jam manufacture with osmodehydrated fruit. *Food Research International*, 35, 301–306.
- Garitta, L., Hough, G. & Sánchez, R. (2004). Sensory shelf life of dulce de leche. *Journal of Dairy Science*, 87 (6), 1601–1607.
- Garitta, L., Langohr, K., Elizagoyen, E., Ottaviano, F.G., Gómez, G. & Hough, G. (2018). Survival analysis model to estimate sensory shelf life with temperature and illumination as accelerating factors. *Food Quality and Preference*, 68, 371–376.
- Garitta, L., Langohr, K., Gómez, G., Hough, G. & Beeren, C. (2015). Sensory cut-off point obtained from survival analysis statistics. *Food Quality and Preference*, 43, 135–140.
- Garitta, L.V., Serrat, C., Hough, G.E. & Curia, A.V. (2006). Determination of optimum concentrations of a food ingredient using Survival Analysis Statistics. *Journal of Food Science*, 71 (7), 526–532.
- Goto, A. & Clemente, E. (1998). Influência do rebaudiosídeo A na solubilidade e no sabor do esteviosídeo. *Food Science and Technology*, 18 (1), 3-6.
- Hall, K. D. (2018). Did the food environment cause the obesity epidemic? *Obesity*, 26 (1), 11-13.

Hall, K.D., Ayuketah, A., Brychta, R., Cai, H., Cassimatis, T., Chen, K.Y. *et al.* (2019). Ultra-processed diets cause excess calorie intake and weight gain: an inpatient randomized controlled trial of ad libitum food intake. *Cell metabolism*, 30 (1), 67-77.

Hough, G. (2010). *Sensory shelf life estimation of food products*. Crc Press, Florida-USA.

Hough, G., Wakeling, I., Mucci, A., Chambers IV, E., Gallardo, I.M. & Alves, L.R. (2006). Number of consumers necessary for sensory acceptability tests. *Food Quality and Preference*, 17(6), 522–526.

Ibáñez Moya, F.C. & Barcina Angulo, Y. (2001). *Análisis sensorial de alimentos: métodos y aplicaciones*. Springer-Verlag Ibérica, Barcelona-España.

Klein, J.P. & Moeschberger, M.L. (2006). *Survival analysis: techniques for censored and truncated data*. Springer Science & Business Media, Berlín-Alemania.

Laborde, M.B. (2019). *Mermeladas de bajo contenido calórico a partir de uva osmodeshidratada: efecto de la sustitución de azúcares naturales por steviósidos y maltodextrina en las propiedades físicas, antioxidantes y atributos sensoriales*. Doctoral dissertation, Doctoral thesis. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Olavarría-Argentina. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/83959>

Laborde, M.B., Barreto, G.P. & Pagano, A.M. (2017). *Reducción de azúcares calóricos en uva mediante inmersión asistida por ultrasonido*. Ingeniería de los Alimentos: Trabajos Completos. ISBN 9789874538079. A.E. León, V. Rosati & C.W. Robledo (eds.). 1ª edición. Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Córdoba, Córdoba-Argentina.

Lam, M.C.L. & Adams, J. (2017). Association between home food preparation skills and behavior, and consumption of ultra-processed foods: Cross-sectional analysis of the UK National Diet and nutrition survey (2008–2009). *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 14 (1), 68.

Langohr, K., Gómez, G. & Hough, G. (2013). Quantile estimation of the rejection distribution of food products integrating assessor values and interval-censored consumer data. *SORT-Statistics and Operations Research Transactions*, 1 (2), 175–188.

Lima Morelli, L.L. & Prado, M.A. (2012). Extraction optimization for antioxidant phenolic compounds in red grape jam using ultrasound with a response Surface methodology. *Ultrasonics Sonochemistry*, 19, 1144–1149.

Marqués, C., Lise, C.C., Lima, V.A.D. & Daltoé, M.L.M. (2020). Survival analysis and cut-off point to estimate the shelf life of refrigerated fish burgers. *Food Science and Technology*, 40(1), 171-177.

Meeker, W.Q. & Escobar, L.A. (2014). *Statistical methods for reliability data*. John Wiley & Sons, Nueva Jersey-USA.

Oyb, M., Murguía, O. M. L., Cabrera, A. D. L. & Ruiz, R. J. C. (2015). *Desarrollo, evaluación sensorial y vida de anaquel de una mermelada elaborada con hojas de Stevia rebaudiana Bertoni*. XXVII Reunión Científica Tecnológica, Forestal y Agropecuaria Tabasco 2015 y IV Simposio Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical "La Innovación Tecnológica para la Seguridad Alimentaria". Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentación, México, 690-694.

Pielak, M., Czarniecka-Skubina, E. & Głuchowski, A. (2020). Effect of sugar substitution with steviol glycosides on sensory quality and physicochemical composition of low-sugar apple preserves. *Foods*, 9(3), 293.

Pineda, E., Sanchez-Romero, L.M., Brown, M., Jaccard, A., Jewell, J., Galea, G. *et al.* (2018). Forecasting future trends in obesity across Europe: the value of improving surveillance. *Obesity facts*, 11 (5), 360-371.

- Poti, J. M., Braga, B. & Qin, B. (2017). Ultra-processed food intake and obesity: what really matters for health—processing or nutrient content? *Current obesity reports*, 6(4), 420-431.
- Prakash, I., DuBois, G.E., Clos, J.F., Wilkens, K.L. & Fosdick, L.E. (2008). Development of rebiana, a natural, non-caloric sweetener. *Food and Chemical Toxicology*, 46(7), S75–S82.
- Resolución N° 1083 (2009). *Estrategia Nacional para la Prevención y Control de Enfermedades no Transmisibles*. Ministerio de Salud Pública de la Nación, Argentina. <<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-1083-2009-162972>>
- Resolución N° 732 (2016). *Programa Nacional de Alimentación Saludable y Prevención de la Obesidad*. Ministerio de Salud Pública de la Nación, Argentina. <<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-732-2016-262537>>
- Ruiz Ruiz, J.C. & Segura Campos, M.R. (2019). Desarrollo de mermelada de piña-nopal formulado con extracto acuoso de estevia: efecto sobre las propiedades fisicoquímicas, inhibición de α -amilasa y respuesta glicémica. *Nutrición Hospitalaria*, 36(5), 1081-1086.
- Salvador-Reyes, R., Sotelo-Herrera, M. & Paucar-Menacho, L. (2014). Estudio de la Stevia (*Stevia rebaudiana Bertonii*) como edulcorante natural y su uso en beneficio de la salud. *Scientia Agropecuaria*, 5(3), 157–163.
- Schouteten, J.J., Gellynck, X. & Slabbinck, H. (2019). Influence of organic labels on consumer's flavor perception and emotional profiling: Comparison between a central location test and home-use-test. *Food Research International*, 116, 1000-1009.
- Sosa, M. (2011). *Optimización de la aceptabilidad sensorial y global de productos elaborados con amaranto destinados a programas sociales nutricionales*. Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata, La Plata-Argentina. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/2698>
- Sosa, M., Flores, A., Hough, G., Apro, N., Ferreyra, V. & Orbea, M. (2008). Optimum level of salt in French-type bread. Influence of income status, Salt level in daily bread consumption and test location. *Journal Food Science*, 73, S392–S397.
- Sutwal, R., Dhankhar, J., Kindu, P. & Mehla, R. (2019). Development of low-calorie jam by replacement of sugar with natural sweetener Stevia. *International Journal of Current Research and Review*, 11(04), 9-16.
- Vasquez, V., Cruz-Tirado, J., Huaccha, K., Ávila, M., Chávez, V., Barbarán, J. *et al.* (2015). Aceptabilidad de una bebida de maíz morado variedad canteño (*Zea mays* L.) endulzada con Stevia (*Stevia rebaudiana B.*) y propóleos como potencial conservante. *Agroindustrial Science*, 4(2), 75-86.
- Veloso, M., Laborde, M., Galizio, R., de Villarreal, A.P., Núñez, M., & Pagano, A.M. (2020). Análisis sensorial del dulzor de mermeladas de ciruelas elaboradas a base de miel como edulcorante. *Alimentos Hoy*, 28(49), 23-40.
- Villagran Jaramillo, A., Huayamave Bravo, C., Lara Garcia, J. & Maluk Salem, O. (2009). *Stevia: producción y procesamiento de un endulzante alternativo*. Artículos de Tesis de Grado. FCSH, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil-Ecuador. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5208/1/8555.pdf>
- Zhang, M.T., Jo, Y., Lopetcharat, K., & Drake, M.A. (2020). Comparison of a central location test versus a home usage test for consumer perception of ready-to-mix protein beverages. *Journal of Dairy Science*, 103(4), 3107-3124.