

ANÁLISIS SENSORIAL COMO HERRAMIENTA ÚTIL PARA LA SUSTITUCIÓN DE INGREDIENTES EN ALIMENTOS VEGETALES

Verónica Fátima Cerviño, UTN-FRRe, vfcervino@gmail.com

Carola Andrea Sosa, UTN-FRRe, carolas4@hotmail.com

Liliana Edith Vergara, UTN-FRRe, levergara@frre.utn.edu.ar

María Laura Herrera Toffaletti, UTN-FRRe, m.lauraherrera@hotmail.com

Sonia Cecilia Sgroppo, UTN-FRRe, sonia.sgroppo@hotmail.com

Resumen— Como alternativa para minimizar el proceso oxidativo que se presenta durante el almacenamiento de un aderezo de base vegetal, se propuso sustituir la fase lipídica original (aceite de maíz) por aceite de girasol alto oleico o aceite de canola.

Para ello, se llevó a cabo un ensayo sensorial con el objetivo de encontrar un aceite sustituto que sea percibido de manera similar al aceite de la formulación original. Se realizó la Prueba de Diferencia con un control con 15 evaluadores semi-entrenados, que midieron por duplicado la diferencia sensorial entre el aderezo original y los prototipos. Se concluyó que la muestra con aceite de canola fue significativamente diferente a las demás ($p < 0,05$), y el aderezo adicionado de aceite de girasol alto oleico fue percibido como similar al original.

Para corroborar los resultados, se recurrió a un ensayo de comparación de a cuatro (Tetrad), entre el aderezo original y el prototipo con aceite de girasol alto oleico. Esta es una prueba innovadora en el Análisis Sensorial, que tiene mayor potencia estadística que otros ensayos discriminativos. Los resultados indicaron que más de la mitad de los consumidores ($\alpha = 0,02$) no percibiría la diferencia entre el aderezo original y el prototipo, concluyendo de esta manera que es recomendable la sustitución del aceite de maíz por aceite de girasol de alto oleico.

Palabras clave— *análisis sensorial, Tetrad, aderezo vegetal, oxidación.*

1. Introducción

En trabajos previos del grupo de investigación BIOTEC se desarrolló un aderezo a base de vegetales de producción regional, con características de un alimento funcional. Asimismo, se estudió la evolución de las características fisicoquímicas y organolépticas durante el almacenamiento del producto [1,2]. Los ensayos sensoriales mostraron cambios de sabor en la salsa formulada, relacionados con procesos de oxidación, que redujeron notablemente la vida útil sensorial del producto.

Para minimizar las alteraciones por oxidación que sufre el aderezo durante el almacenamiento, se propuso reemplazar la fase lipídica original (aceite de maíz) [3], con aceites de perfiles lipídicos de menor insaturación, como el de girasol con alto contenido de ácido oleico, o aceite de canola [4].

Uno de los requisitos indispensables para este proceso es que el nuevo ingrediente lipídico no altere significativamente las características sensoriales del aderezo, de manera de obtener el mismo grado de aceptabilidad que en los estudios anteriores. Para ello, se planificó la realización de un ensayo discriminativo, con el objetivo de comprobar que los productos reformulados son percibidos de manera similar al original [5]. La *Prueba de diferencia con un control* se utiliza cuando se busca determinar si existen diferencias entre una o más muestras con respecto a un control, y estimar además el tamaño de las mismas [6]. El evaluador mide la diferencia que percibe entre una muestra control y una o más muestras problema, dentro de las cuales se incluye un control codificado como “testigo ciego”. Los puntajes promedio de las muestras problema se comparan con el promedio del testigo ciego, determinando por un análisis de varianza, si las muestras son diferentes entre sí.[7].

Con el fin de comprobar que la sustitución de la fase lipídica daría como resultado un producto similar al original, se recurre a un Ensayo de comparación de a cuatro o “*Tetrad*”. El mismo consiste en presentar a los evaluadores cuatro muestras, dos pares iguales entre sí, las cuales deben ser clasificadas en dos grupos de dos elementos, según su similitud. [8].

El *Tetrad* es una prueba relativamente nueva en el Análisis Sensorial, utilizada para diferenciar tanto atributos globales como específicos. Su potencia estadística es mayor que la de la prueba triangular, según varias publicaciones [9,10,11]. Esto significa que para el mismo tamaño de muestra la probabilidad de detectar diferencias es mayor, o bien, que el tamaño de las muestras necesarias es menor para igual probabilidad. El test *Tetrad* requiere alrededor de un tercio de la cantidad de evaluaciones necesarias para la Prueba del triángulo, por lo tanto insume menos recursos [12]. Los resultados se analizan contabilizando las respuestas correctas y estimando la proporción de consumidores que percibirían ambas muestras como similares, asumiendo una distribución binomial de una cola.

Por todo lo expuesto, el presente trabajo tiene como objetivo aplicar las herramientas del análisis sensorial para la elección de un sustituto lipídico en la formulación de un aderezo vegetal, midiendo las diferencias sensoriales globales entre el producto original y los prototipos propuestos.

2. Materiales y Métodos

El aderezo se elaboró con pimientos (*Capsicum annum*, L.) y zapallos anco (*Cucurbita moschata*, L.) tratados térmicamente, triturados y adicionados con cloruro de sodio, ácido ascórbico, sorbato de potasio, gelatina y 1% de aceite.

2.1 Prueba de Diferencia con un Control

Para llevar a cabo esta prueba, la muestra control (C) fue el aderezo formulado originalmente, conteniendo aceite de maíz. Las dos muestras problema fueron elaboradas reemplazando el aceite de maíz por aceite de girasol alto oleico (AO) y canola (CA), respectivamente.

Se convocaron a 15 evaluadores que realizaron la prueba por duplicado. Las muestras se presentaron en recipientes plásticos de color blanco de 100 ml de capacidad, en cantidad suficiente como para untar sobre un soporte (Fig. 1). Las bandejas de presentación contenían las muestras correspondientes al control, y tres muestras codificadas con números aleatorios, siendo una de ellas el testigo ciego. Se indicó a los jueces sensoriales podían evaluar las muestras directamente, o aplicadas sobre un soporte (galletas de agua sin sal). Se proporcionaron también vasos con agua de grifo a temperatura ambiente, como medio neutro para eliminar los vestigios de sabor entre muestra y muestra.



Figura 1. Presentación de las muestras en la Prueba de Diferencia con un Control.

Los evaluadores se seleccionaron entre docentes y estudiantes de la carrera Ingeniería Química (Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia), con conocimientos básicos de Análisis Sensorial y familiarizados con el producto a analizar. Se presentaron los 6 ordenamientos posibles (C/AO/CA, CA/AO/C, C/CA/AO, AO/C/CA, AO/CA/C, AO/CA/C). Para minimizar el error que podría producirse debido al orden de presentación de las muestras, las mismas se presentaron en forma balanceada. Las pruebas se realizaron en una sala amplia, con buena iluminación, libre de olores extraños. Las escalas utilizadas para cuantificar las diferencias fueron numéricas estructuradas, asignando el valor cero (0) cuando no se detectaron diferencias en el sabor o “ninguna diferencia”, y el valor cinco (5) para muestras con sabor “extremadamente diferente”. En la figura 2 se enseña la planilla ofrecida a los evaluadores.

PRUEBA DE DIFERENCIA CON UN CONTROL						
NOMBRE:..... EVALUADOR N°:..... FECHA:...../...../.....						
Instrucciones						
1. Ud. ha recibido 4 muestras, una codificada con C (Control) y otras con 3 dígitos.						
2. Pruebe primero la muestra C y luego las otras muestras. Puede probar la muestra C tantas veces como desee.						
3. Debe determinar el grado de diferencia que aprecia entre la muestra control (C) y las otras realizando una marca en la escala. Recuerde que a veces puede haber una o más muestras iguales al control.						
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> Ninguna diferencia MUESTRA N° _____ Mucha diferencia </div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 10px;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 10px; font-size: x-small;"> 0 1 2 3 4 5 </div>						
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> Ninguna diferencia MUESTRA N° _____ Mucha diferencia </div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 10px;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 10px; font-size: x-small;"> 0 1 2 3 4 5 </div>						
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> Ninguna diferencia MUESTRA N° _____ Mucha diferencia </div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 10px;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 10px; font-size: x-small;"> 0 1 2 3 4 5 </div>						
MUCHAS GRACIAS!						

Figura 2. Planilla utilizada en la Prueba de Diferencia con un Control.

2.2 Ensayo de comparación de a cuatro (Tetrad)

Considerando los resultados de la prueba anterior, se planificó la realización de otro ensayo discriminativo, esta vez con la muestra original (M) y el prototipo con aceite de girasol alto oleico (G). El objetivo de este ensayo fue corroborar que la sustitución de la fase lipídica en la formulación de la salsa no sería percibida por los consumidores, y de esta manera, afianzar la decisión de reemplazo. Para ello se llevó a cabo el ensayo de comparación de a cuatro, también conocido como “Tetrad”.

La presentación de las muestras se realizó de manera similar al ensayo anterior. En este caso, la bandeja contenía las cuatro muestras codificadas con números aleatorios. Se balancearon las seis presentaciones posibles (MMGG – GGMM – MGMG - GMGM - MGGM – GMMG). En la figura 3 se muestra la planilla utilizada.

Nombre.....		Fecha:/...../.....	
Se presentan 4 muestras de aderezo. Por favor, pruébelas de izquierda a derecha. Luego clasifique las muestras en dos grupos de muestras similares entre sí, marcando una X en el cuadro correspondiente:			
	Grupo A Las dos muestras similares son:	Grupo B Las dos muestras similares son:	
Muestra 167			
Muestra 856			
Muestra 239			
Muestra 540			
MUCHAS GRACIAS!			

Figura 3. Planilla utilizada en la Prueba de comparación de a cuatro (Tetrad).

Se conformó un panel de 30 evaluadores con docentes y alumnos con conocimientos básicos de Análisis Sensorial, al igual que en la prueba anterior. Se realizaron los ensayos en varios turnos, utilizando como locación el laboratorio de Alimentos de la Facultad, lugar bien iluminado y libre de olores extraños. Previamente al ensayo, se ofreció una breve capacitación sobre el tipo de prueba a aplicar, presentando ejemplos concretos del uso de las planillas. Se instruyó a los evaluadores que este tipo de pruebas son de respuesta forzada, la probabilidad de acertar por azar es de 1/3, al igual que en el Ensayo de triángulo.

3. Resultados y Discusión

3.1 Prueba de Diferencia con un Control

Los resultados se analizaron por Análisis de varianza de dos factores (evaluadores y formulaciones del aderezo) con varias muestras por grupo. Se utilizó el software Microsoft Excel con el paquete de análisis estadístico. En la Tabla N°1 se muestran los resultados obtenidos.

Como se puede observar, el valor del F correspondiente al factor “Evaluadores” fue menor que el valor de F crítico ($1,563 < 1,918$), indicando que no se detectaron diferencias significativas entre las respuestas de los jueces sensoriales. En cambio, las distintas formulaciones de aderezo resultaron significativamente diferentes ($92,898 > 3,204$).

Tabla 1. ANOVA de los resultados de la Prueba de Diferencia con un testigo.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Evaluadores	21,400	14,000	1,529	1,563	0,128	1,918
Muestras	181,667	2,000	90,833	92,898	0,000	3,204
Total	274,400	89,000				

Para determinar cuáles fueron las muestras percibidas como distintas, se calcularon las diferencias entre los promedios de cada una, y se utilizó el método de comparación múltiple de la mínima diferencia significativa (MDS de Fisher). En la tabla 2 se presentan los resultados.

Tabla 2. Promedio de diferencias entre muestras.

Muestra		Promedio	
Aceite de Maíz (C)		0,70	
Aceite de Girasol Alto Oleico (AO)		1,03	
Aceite de Canola (CA)		3,87	
Diferencia entre medias		MDS	¿Hay diferencia?
C-AO=	0,70 – 1,03 = 0,33	0,51	NO
C-CA=	0,70 – 3,87 = 3,17		SI
AO-CA=	1,03 – 3,87 = 2,83		SI

De acuerdo con estos resultados, no se encontraron diferencias significativas entre el aderezo con aceite de maíz y el formulado con aceite de girasol alto oleico. En cambio, las diferencias entre el aderezo elaborado con aceite de canola y las otras dos muestras resultaron significativas.

3.2 Ensayo de comparación de a cuatro (Tetrad)

En el test Tetrad se ensayaron los aderezos correspondientes a la formulación original y al prototipo con aceite de girasol alto oleico, en concordancia con los resultados anteriores. En este caso, el interés reside en demostrar que las muestras son sensorialmente similares, es decir, se quiere evitar cometer error Tipo II (β). El riesgo de modificar el producto no es grande, porque el mismo aún no ha salido al mercado, por lo que se elige un nivel de probabilidad poco exigente. Se toma un valor de $\beta = 0,10$ (10%), o su equivalente, una potencia del 90%.

Como se observa en la Tabal 3, de 30 evaluadores que realizaron la prueba, 16 de ellos agruparon correctamente las muestras.

Para estimar las respuestas que darían potenciales consumidores del producto, se aplicó la prueba binomial y se calculó el límite superior (LS%), que indica el máximo porcentaje de consumidores que serían capaces de encontrar diferencias entre las muestras.

Tabla 3. Resultados del test Tetrad.

Cantidad de evaluadores	Respuestas correctas	α (%)	β (%)	LS%
30	16	1,88	10	47,51

Esto significa que existe un 90% de confianza que más de la mitad de los consumidores no consigan discriminar entre ambos productos.

4. Conclusiones y recomendaciones

De los resultados obtenidos en la Prueba de Diferencia con un control, el aderezo elaborado con aceite de girasol alto oleico en reemplazo del aceite de maíz usado en la formulación original, no fue percibido como significativamente diferente por los evaluadores. En cambio, la salsa adicionada de aceite de canola pudo ser diferenciada del producto original.

De la prueba del Tetrad se concluyó que más de la mitad de los consumidores no percibiría la diferencia entre el aderezo original y el adicionado de aceite de girasol alto oleico. Por lo tanto, esta sustitución sería recomendable siempre y cuando la nueva fase lipídica le confiriera mayor estabilidad al producto frente a la oxidación.

De esta manera, se reconoce al Análisis Sensorial como una herramienta útil para la toma de decisiones a la hora de realizar sustituciones de ingredientes en productos alimenticios.

5. Referencias

- [1] SOSA, C. A. (2009). *Estudio de las características fisicoquímicas y organolépticas en el desarrollo de un aderezo de base vegetal con propiedades funcionales*. Tesis de doctorado. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ingeniería. Área Departamental Ingeniería Química. 183 p.
- [2] SGROPPO, S.; SOSA, C. (2009). Zapallo anco (*Cucurbita moschata*, D.) fresco cortado tratado con luz UV. *FACENA*, Corrientes, v.25, pp. 7-19.
- [3] COUPLAND, J.; MCCLEMENTS, D. (1996). Lipid oxidation in food emulsions. Review. *Trends in Food Science and Technology*, v.7 pp 83-91.
- [4] KARGARA, M.; SPYROPOULOS, F.; NORTON, I. (2011). Microstructural design to reduce lipid oxidation in oil in water emulsions. *Procedia – Food Science* 01, 104–108.
- [5] ROUSSEAU, B. (2015). Sensory discrimination testing and consumer relevance. *Food Quality and Preference*, v.43, p.122-125.
- [6] CARPENTER, R. P.; LYON, D. H.; HASDELL, T. A.; AGUILERA, M. A. (2002). *Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos*. Madrid: Acribia. 185 p.
- [7] HOUGH, G. (2010). *Sensory Shelf Life Estimation of Food Products*. Boca Raton, FL: CRC Press. 264 p.

- [8] ISHII, R., O'MAHONY, M., ROUSSEAU, B. (2014). Triangle and tetrad protocols: Small sensory differences, resampling and consumer relevance. *Food Quality and Preference*, v.31, p.49–55.
- [9] ENNIS, J., JESIONKA, V. (2011). The power of sensory discrimination methods revisited. *Journal of Sensory Studies*, v.26, n.5, p.371-382.
- [10] ENNIS, J., CHRISTENSEN, R. (2015). A Thurstonian comparison of the Tetrad and Degree of Difference tests. *Food Quality and Preference*, v.40, p.263-269.
- [11] ENNIS, J., CHRISTENSEN, R. (2014). Precision of measurement in Tetrad testing. *Food Quality and Preference*, v.32, p.98–106.
- [12] ENNIS, J. M. (2012). Guiding the switch from triangle testing to tetrad testing. *Journal of Sensory Studies*, v.27, p.223–231.