

## ARTÍCULO CIENTÍFICO

### **Vida útil de nachos envasados con gas inerte mediante el Método del Tiempo Real**

#### *Shelf life of nachos packaged with inert gas using the Real Time Method*

Marcelo Orozco Corrales<sup>1</sup> . Marcia Jimena Irigoyen Cossío<sup>2</sup> .

1 Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada del Valle. Cochabamba. Bolivia.  
marcelo.orozco.corrales@gmail.com

2 Docente Investigadora del Departamento de Industrias. Universidad Privada del Valle.  
Cochabamba. Bolivia. mirigoyenc@univalle.edu

## RESUMEN

El presente trabajo consistió en determinar la vida útil de nachos envasados con gas inerte utilizando el método de Tiempo Real. Se describieron las características iniciales, condiciones de almacenamiento, estimación estadística, análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensorial del producto. Los nachos, sujetos de estudio, fueron envasados en bolsas de polipropileno biorientado metalizado con aluminio, contenido de 200 g, con gas inerte (90-99% de pureza) y 40-50 lbf/in<sup>2</sup> de presión de inyección; el factor determinante de la vida útil estudiada fue la rancidez. Las condiciones de almacenamiento de los nachos envasados fueron a temperatura de 18-22°C y humedad relativa de 45-51%. La vida útil determinada mediante el método de Tiempo Real fue de 180 días, en el cual no presentaron formación de olores ni sabores indeseables, relacionados a la rancidez.

**Palabras claves:** Distribución de Weibull. Envasado con gas inerte. Método de Tiempo Real. Rancidez. Vida útil.

## **ABSTRACT**

The work consisted of determining the shelf life of nachos packed with inert gas using the Real Time method. The initial characteristics, storage conditions, statistical estimation, physicochemical, microbiological and sensory analysis of the product were described. The nachos, study subjects, were packed in bioriented polypropylene bags metallized with aluminum, content of 200 g, with inert gas (90-99% purity) and 40-50 lbf / in<sup>2</sup> of injection pressure; the determining factor of the useful life studied was rancidity. The storage conditions of the packaged nachos were at a temperature of 18-22 °C and relative humidity of 45-51%. The shelf life determined by the Real Time method was 180 days, in which there were no undesirable odors or flavors, related to rancidity.

**Keywords:** Weibull Distribution. Inert gas Packaging. Real Time Method. Rancidity. Shelf life.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Bolivia es el segundo país de América Latina en el consumo *per cápita* de productos tipo *snack*, con un incremento del 130% entre los años 2000 y 2013 (El diario, 2015). El producto, denominado nachos, no tiene validada su vida útil, dato importante para cumplir con la normativa.

La vida útil de un alimento se define como el tiempo finito después de su producción en condiciones controladas de almacenamiento, en las que tendrá una pérdida de sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas; así mismo, sufrirá un cambio en su perfil microbiológico (Carrillo y Reyes, 2013).

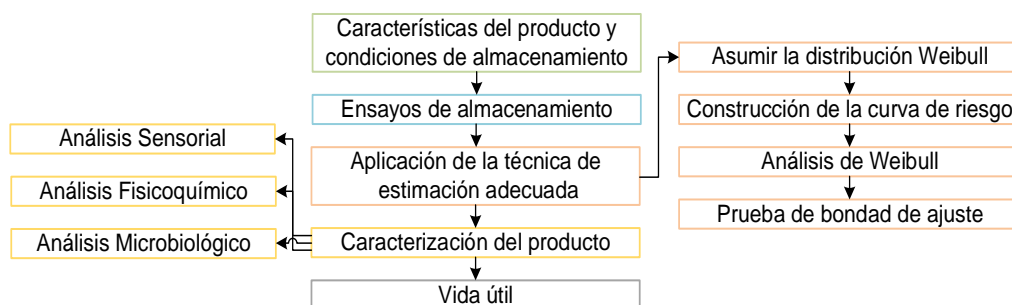
El método de Tiempo Real se basa en el almacenamiento de productos bajo condiciones controladas prefijadas o normales (humedad y temperatura), por un período de tiempo mayor a la durabilidad esperada, inspeccionando frecuentemente (días o meses) el inicio del deterioro hasta que el producto llega a ser inaceptable, con la finalidad de obtener información lo más exacta posible acerca de los cambios de calidad e inocuidad del producto durante el almacenamiento (Núñez *et al.*, 2017).

El principal inconveniente que presenta la vida útil en productos *snack* es la oxidación que sufre la materia grasa, conocido como deterioro por rancidez. Este proceso provoca la formación de sabores y olores indeseables, además de modificaciones en las características fisicoquímicas y sensoriales del producto. Un panel sensorial semientrenado es capaz de detectar la aparición de la rancidez oxidativa mediante pruebas descriptivas o discriminativas. En este sentido, el objetivo del presente estudio es determinar la vida útil, mediante el método de Tiempo Real, de los nachos envasados con gas inerte.

## 2. METODOLOGÍA

Se trabajó con nachos (alimento semiperecedero, elaborado a base de harina de maíz prensado, color amarillo, dimensiones de 4x4x4,5 cm y espesor  $\leq 2$  mm en forma triangular plana, elaborados mediante extrusión en doble tornillo a temperatura  $\leq 150$  °C, seguido de un fritado a temperatura  $\leq 160$ °C), envasados en presentación de 200 gramos en bolsas de polipropileno biorientado metalizado con aluminio a través del método de envasado con gas inerte (90-99% de pureza) y 40-50 lbf/in<sup>2</sup> de presión de inyección. Fueron almacenados por 240 días. Se realizó muestreo probabilístico, el tamaño de la muestra fue de 32 unidades, según normativa IBMETRO citada en el DS 29529/2008 (Bolivia, 2008).

Los análisis microbiológicos se realizaron en laboratorios de la empresa fabricante; los análisis de humedad e índice de peróxido en los laboratorios UNIVALLE y el análisis de rancidez fue realizado por el servicio del Centro de Alimentos y Productos Naturales (CAPN). La metodología de trabajo se presenta en la Figura 1.



*Figura 1. Esquema de un estudio de vida útil*

Fuente: Núñez et al., 2017.

Las condiciones de almacenamiento fueron: ambiente cerrado (sin exposición a la luz), construido con material aislante; condiciones controladas a temperatura (18-22 °C), y humedad relativa de 45-51% (promedio de 240 días).

Los ensayos de almacenamiento estuvieron definidos por la disponibilidad de los reactivos de laboratorio en la empresa y la cantidad de producto para el muestreo. A todas las muestras se les practicaron los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales con jueces semientrenados a los 2, 90, 180, 210 y 240 días.

La estimación de la vida útil se realizó por el método de Tiempo Real, aplicable en alimentos semiperecederos que son almacenados a temperatura ambiente. Se utilizó el modelo probabilístico de la Distribución de Weibull y prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov a un nivel del 95% de confianza.

Se conformó un panel de jueces semientrenados en la empresa, de acuerdo con el proceso de formación establecido Espinosa (2007). En la selección se aprobaron a los jueces que tuvieron un porcentaje de aciertos mayor al 50% como indica Hernández (2005). Los jueces fueron posteriormente entrenados durante tres semanas con las pruebas discriminativas de: comparación de pares, dúo-trío y triangular.

El análisis sensorial se realizó con la ayuda de los jueces semientrenados, a través de la prueba triangular que midió si existe diferencia perceptible entre dos muestras, se realizaron tres pruebas con dos sesiones en cada tiempo preestablecido. El análisis de los datos se realizó a través de la metodología citada por los autores Olivas-Gastélum *et al.* (2009), con la distribución Chi-cuadrado.

Los análisis fisicoquímicos realizados fueron: determinación de humedad por el método, citado en la Norma Boliviana NB 074:2000 (IBNORCA, 2000), índice de peróxido de acuerdo con la Norma Boliviana NB 34008:2006 (IBNORCA, 2006) y el análisis de rancidez por el método cualitativo “Ensayo de Kreis”, según Norma Boliviana NB 39023:2009 (IBNORCA, 2009). Con los valores

obtenidos del Índice de peróxidos, se realizó el análisis estadístico de regresión lineal para estimar la vida útil de los nachos en días. Los análisis microbiológicos realizados fueron: recuento total de bacterias mesófilas aerobias (IBNORCA, 2005); *Escherichia coli* (IBNORCA, 2002); mohos y levaduras (IBNORCA, 2003).

Los límites máximos permitidos para cada análisis fisicoquímico y microbiológico se establecieron según la norma del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2012) de bocadito, debido a que no existe una Norma Boliviana específica para los *snacks* de nachos.

### 3. RESULTADOS

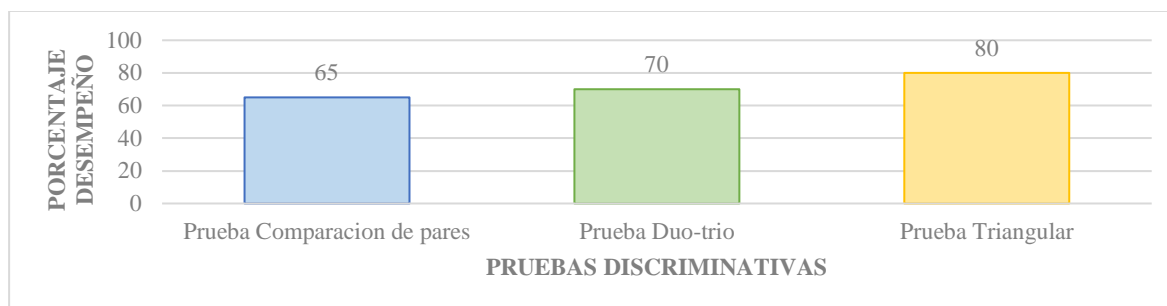
En la Tabla 1 se muestran los resultados de la Distribución de Weibull:

Nº	Tiempo días (t)	Rango inverso k	Riesgo (Ht)	Riesgo acumulado (Ht)	Log (Ht/100)	Log(t)
1	2	7	14,29	14,29	-0,85	0,30
2	90	6	16,67	30,95	-0,51	1,95
3	180	5	20,00	50,95	-0,29	2,26
4	210	4	25,00	75,95	-0,12	2,32
5	210	3	33,33	109,29	0,04	2,32
6	240	2	50,00	159,29	0,20	2,38
7	240	1	100,00	259,29	0,41	2,38
Ecuación de la recta				$\log(t) = 2,21 + 1,42 \log(Ht)$		
Parámetro de escala				$\alpha = 163,61$		
Parámetro de forma				$\beta = 0,70$		
Valor esperado				$E(t) = 203 \text{ días}$		
Desviación estándar				$\sigma = 25 \text{ días}$		

*Tabla 1. Distribución Weibull*

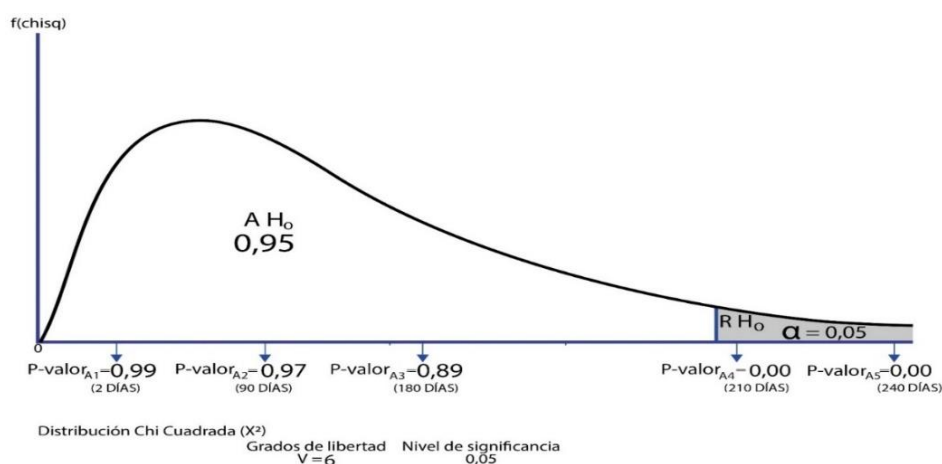
Fuente: Elaboración propia, 2018.

En las Figuras 2 y 3 se muestran los resultados obtenidos del entrenamiento de jueces con relación a las pruebas discriminativas y la distribución Chi-cuadrado en el análisis sensorial, respectivamente.



*Figura 2. Porcentaje de aciertos en el entrenamiento de jueces*

Fuente: Elaboración propia, 2018.



*Figura 3. Distribución Chi cuadrado en el análisis sensorial*

Fuente: Elaboración propia, 2018.

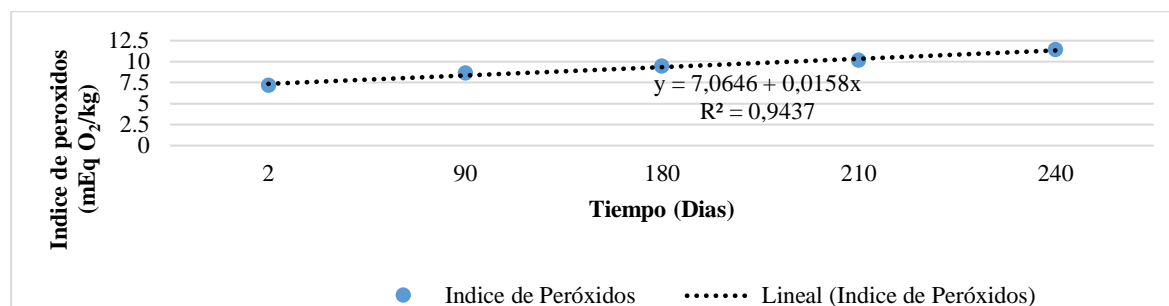
En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos:

Análisis	Tiempo (Días)					Límite Máximo
	2	90	180	210	240	
Humedad (%)	1,72	2,22	3,5	4,49	5,12	5
Rancidez (Ensayo Kreis)	Negativo	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo	-
Índice de peróxidos (mEq O <sub>2</sub> /kg)	7,16	8,62	9,46	10,12	11,38	10

*Tabla 2. Resumen del análisis fisicoquímico*

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la Figura 4 se muestran los resultados obtenidos de la regresión lineal del índice de peróxidos:



*Figura 4. Diagrama de dispersión y regresión lineal del índice de peróxidos*

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos:

Análisis	Tiempo (Días)					Límite				Uds.
	2	90	180	210	240	n	c	m	M	
Recuento total de aerobios mesófilos	3x10 <sup>3</sup>	3x10 <sup>3</sup>	4x10 <sup>3</sup>	5x10 <sup>3</sup>	5x10 <sup>3</sup>	5	2	1x10 <sup>3</sup>	1x10 <sup>4</sup>	Ufc/g
Recuento <i>Escherichia coli</i>	<1,0x10 <sup>1</sup>	<1,0x10 <sup>1</sup>	<1,0x10 <sup>1</sup>	<1,0x10 <sup>1</sup>	<1,0x10 <sup>1</sup>	5	0	<10	-	Ufc/g
Recuento de mohos y levaduras	2x10 <sup>1</sup>	2x10 <sup>1</sup>	2x10 <sup>1</sup>	2x10 <sup>1</sup>	2x10 <sup>1</sup>	5	2	1x10 <sup>1</sup>	1x10 <sup>2</sup>	Ufc/g
n = Número de muestras examinadas. c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M. m = Límite de aceptación / Índice máximo permisible para indicar de buena calidad. M = Límite superado el cual se rechaza / Índice máximo permisible para indicar nivel aceptable de calidad.										

*Tabla 3. Resumen del análisis microbiológico*

Fuente: Elaboración propia, 2018.

## 4. DISCUSIÓN

El factor determinante fue la rancidez. De acuerdo con los resultados obtenidos en la distribución de Weibull se estima una vida útil y varianza de 203 ± 25 días. La prueba de bondad de ajuste de

Kolmogorov-Smirnov muestra que la diferencia máxima encontrada entre las dos frecuencias es de  $D_n = 0,476$ . Comparada con un nivel de confianza del 95% se tiene que la diferencia máxima permitida es de  $d_{(1-\alpha)} = 0,483$  que es mayor que la diferencia máxima encontrada, siendo que, los datos del tiempo de análisis se ajustan a la distribución de Weibull.

Cruz y García (2016), quienes igualmente utilizaron el método de Tiempo Real para estudiar los cambios de calidad e inocuidad durante el almacenamiento de un alimento semiperecedero, determinaron que la vida útil fue de 120 días, como se observa en la Tabla 4.

<b>Producto (semiperecedero)</b>		<i>Snack</i> frito libre de gluten (Cruz y García, 2016)	Nachos
<b>Método de estimación vida útil</b>		Tiempo real	Tiempo real
<b>Envase (Permeabilidad <math>&lt;2 \times 10^{-12} \text{ cm}^3</math> de <math>\text{O}_2 \cdot \text{cm}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})</math>)</b>		Polipropileno biorientado	Polipropileno biorientado
<b>Factor determinante (Rancidez)</b>		Análisis sensorial	Análisis fisicoquímico
<b>Condiciones de almacenamiento</b>	<b>Humedad relativa</b>	55-65%	45-51%
	<b>Temperatura</b>	25-30°C	18-22°C
<b>Vida útil (Días) estimada</b>		-	$203 \pm 25$
<b>Vida útil (Días) final</b>		120	180

*Tabla 4. Comparación del snack frito libre de gluten y los nachos estudiados*

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En el Figura 2 se visualiza que el porcentaje de acierto de la prueba de comparación de pares es 65%, la de dúo-trío de 70% y la triangular de 80%, de manera que los 10 panelistas identificaron el parámetro rancidez en todas las pruebas discriminativas, siendo la prueba triangular, en la que obtuvieron el mejor desempeño; por tanto, se utilizó esta prueba en el análisis sensorial para la determinación de la vida útil.

Al realizar la comparación de los valores obtenidos en las pruebas sensoriales, entre los valores reportados de la evaluación del índice de variabilidad de los autores Torricella *et al.* (2007), se obtuvo una calificación normal, es decir, que los panelistas están bien entrenados (Tabla 5).



Juez N°	Índice de variabilidad			Evaluación del índice de variabilidad	Calificación
	P. Comparación de pares	P. Dúo-trío	P. Triangular		
A1	0,89	1,13	1,04	0,46 a 2,50	Normal
A2	1,20	1,13	1,04		Normal
A3	1,20	0,84	1,04		Normal
A4	1,20	1,34	0,77		Normal
A5	0,49	0,84	1,23		Normal
A6	0,89	1,13	1,23		Normal
A7	1,20	0,84	0,77		Normal
A8	1,42	1,13	1,04		Normal
A9	1,20	0,84	1,23		Normal
A10	0,89	1,34	1,23		Normal

*Tabla 5. Evaluación del índice de variabilidad para cada prueba discriminativa*

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la Figura 3, se muestra los resultados del análisis sensorial por la distribución Chi-cuadrado ( $X^2_{calculada}$ ) y el P-valor del estadístico Chi-cuadrado para los días 2, 90, 180, 210 y 240. Debido a que los valores calculados de P-valor<sub>A1</sub>=0,99; P-valor<sub>A2</sub>=0,97; P-valor<sub>A3</sub>=0,89 son mayores que el nivel de significancia de 0,05 se determina que no existe diferencia sensorial del sabor rancidez detectable entre las muestras de los nachos en los días 2, 90 y 180. Por otra parte, los valores calculados de P-valor<sub>A4</sub>=0,00 y P-valor<sub>A5</sub>= 0,00 son menores que el nivel de significancia de 0,05. Esto significa que, los jueces comprobaron que existe diferencia sensorial del sabor rancidez detectable entre las muestras de los nachos en los días 210 y 240; es decir, que los nachos son percibidos como rancios.

En los resultados del contenido de humedad que se muestran en la Tabla 2, se observa que, a partir de los 240 días, presenta un aumento por encima del límite máximo permitido del 5% (INEN, 2012), en efecto, existe una pérdida de crocantez por ganancia de humedad. Se observa también que, a los 210 días, la rancidez dio un resultado positivo por el ensayo de Kreis, siendo coherente con la percepción del panel sensorial.

Los resultados del índice de peróxidos en la Tabla 2, muestran que, a partir de los 210 días, existe un aumento por encima del límite máximo permitido de 10 mEq O<sub>2</sub>/kg (INEN, 2012). En la regresión lineal realizada al 95% de confianza mostrada en el Figura 4, los valores del coeficiente

de determinación  $R^2=0,9437$  indican que, el modelo al 94,37%, presenta buen ajuste. Con la ayuda del límite máximo permitido de 10 mEq O<sub>2</sub>/kg, se calculó los días en que los nachos mantienen sus parámetros de calidad aptos para el consumo, que son hasta los 186 días. Estos datos fueron corroborados con el análisis de rancidez del laboratorio CAPN.

En la Tabla 3 se observa que se cumplen los parámetros microbiológicos hasta el día 240 (INEN, 2012). Se determinó la vida útil de los nachos envasados con gas inerte producidos por la empresa mediante el método de Tiempo Real. En el análisis sensorial con un grupo de 10 jueces semientrenados, se determinó que existen diferencias significativas en el producto respecto al parámetro rancidez a través del tiempo; los análisis fisicoquímicos, demuestran que los nachos con 4,69% de humedad, índice de peróxido 9,46 mEq O<sub>2</sub>/kg, prueba de rancidez negativa y análisis microbiológicos, son productos inocuos y aptos para el consumo humano, hasta los 180 días.

## REFERENCIAS

- Bolivia. (2008). Decreto Supremo N° 29519. Resolución ministerial de 29 de mayo 2008. Gaceta Oficial del Estado Plurinacional. La paz.
- Carrillo, M., y Reyes, A. (2013). Vida útil de los alimentos. *Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3), 32-56. <https://doi.org/10.23913/ciba.v2i3.20>
- Cruz, M., y García, C. (2016). *Desarrollo y formulación de un snack nutritivo libre de gluten*. Tesis de doctorado, Universidad de El Salvador, El Salvador.
- El Diario (2015). *Consumo de comida chatarra en Bolivia*. Recuperado de: [www.eldiario.net/noticias/2015/2015\\_11/nt151101/sociedad.php?n=74&-consumo-de-comida-chatarra-en-bolivia-crecio-130](http://www.eldiario.net/noticias/2015/2015_11/nt151101/sociedad.php?n=74&-consumo-de-comida-chatarra-en-bolivia-crecio-130). 29/04/2018. (2015, 01 de noviembre).
- Espinosa, J. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. La Habana, Cuba: Universitaria.
- Hernández, E. (2005). *Evaluación sensorial*. Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. (2000). NB-074:2000 Cereales: método para determinar el contenido de humedad. La paz: IBNORCA.

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. (2002). NB-32005:2002 Ensayos microbiológicos: recuento de bacterias coliformes. La paz: IBNORCA.

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. (2003). NB-32006:2003 Ensayos microbiológicos: recuento de mohos y levaduras. La paz: IBNORCA.

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. (2005). NB-32003:2005 Ensayos microbiológicos: recuento total de bacterias mesófilas aerobias viables. La paz: IBNORCA.

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. (2006). NB-34008:2006 Aceites y grasas- Determinación del índice de peróxido. La paz: IBNORCA.

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. (2009). NB-39023:2009 Harina y derivados - Pastas alimenticias o fideos, galletas y panes - Prueba de rancidez. La paz: IBNORCA.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2012). INEN 060:2012 Snacks: bocaditos. Quito: INEN.

Núñez, M., Rodríguez, J., y Torres, Y. (2017). Metodología para la estimación de la vida útil de los Alimentos II - Métodos de Estimación. *Ciencia y tecnología de alimentos*, 27(2), 75-82.

Torricella, R., Zamora, E., Pulido, H. (2007). *Evaluación sensorial*. La Habana, Cuba: Universitaria.

Olivas-Gastélum, R., Gastélum-Franco, M. G., y Nevárez-Moorillón, G. V. (2009). Las pruebas de diferencia en el análisis sensorial de los alimentos. *Tecnociencia Chihuahua*, 3(1), 1-7.

**Fuentes de financiamiento:** Esta investigación fue financiada con fondos de los autores.

**Declaración de conflicto de intereses:** Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de interés.

Copyright (c) 2021 Marcelo Orozco Corrales; Marcia Jimena Irigoyen Cossío



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

**Atribución:** Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumendelicencia](#) - [Textocompletodelalicencia](#)