

TIEMPO DE VIDA UTIL DE PANQUECAS ELABORADAS A BASE DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) Y ZANAHORIA (*Daucus carota*)

USEFUL SHELF LIFE OF PANCAKES ELABORATED WITH WHEAT (*Triticum aestivum* L.) AND CARROT (*Daucus carota*) FLOUR

LUISA GAMBOA, MARIO GONZÁLEZ, ERNESTO HURTADO

Programa de Tecnología de los Alimentos. Escuela de Zootecnia. Universidad de Oriente. Núcleo de Monagas, Venezuela

e-mail: luisab11@cantv.net; ernestohurtado@cantv.net

RESUMEN

Con el propósito de conocer el tiempo de vida útil de panquecas elaboradas a base de harina de trigo (50 % HT) y zanahoria (50 % Z), se utilizó como indicador la acidez del producto, expresada como % de ácido láctico (AL), además de la carga microbiana. Las panquecas se almacenaron sin empaque a tres temperaturas: 8, 32, y 36 °C; el % de AL fue medido diariamente durante 5 días y los datos fueron analizados para determinar la cinética de la reacción de deterioro y su relación con la temperatura. Los resultados arrojaron que las panquecas tuvieron una vida útil de 4, 1 y 1 día respectivamente, medida ésta en función de la acidez del producto la cual es directamente proporcional a la temperatura de almacenamiento, la cinética de la reacción de deterioro fue de orden uno, dependiente de la temperatura de almacenamiento, según la ecuación de interrelación de Arrhenius, existiendo correlación con el resultado del análisis microbiológico, presencia de aerobios mesófilos a partir del día seis (8 °C) y día dos (32 y 36 °C). Condiciones de almacenamiento a bajas temperaturas, garantizan un mayor período de vida útil: hasta 4 días refrigeradas a 8 °C. El incremento de temperatura y tiempo de almacenamiento predisponen la carga microbiana. Los ensayos se realizaron en el laboratorio de Tecnología de los Alimentos, Escuela de Zootecnia, Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Venezuela.

PALABRAS CLAVE: Panquecas, zanahoria, harina de trigo, acidez titulable.

ABSTRACT

In order to know the shelf life of pancakes prepared from wheat flour (50% HT) and carrot (50% Z), was used as an indicator of the product acidity, expressed as % lactic acid (LA) in addition to the microbial load. The pancakes were stored without packaging at three temperatures: 8, 32, and 36 °C; % of the AL was measured daily for 5 days and data were analyzed to determine the kinetics of the reaction of degradation and its relationship with temperature. The results indicated that the pancakes had a shelf life of 4, 1 and 1 days respectively, measured in terms of the acidity of the product which is directly proportional to the storage temperature, the reaction kinetics of degradation was an order dependent on storage temperature as the interrelation of the Arrhenius equation, with correlation with the results of microbiological analysis, presence of aerobic mesophiles from six days (8 °C) and two days (32 and 36 °C). Storage conditions at low temperatures, guaranteeing a longer period of life: up to 4 days refrigerated at 8 °C. The increase of temperature and storage time predispose the microbial load. The tests were conducted in the Laboratory of Food Technology, school of Zootechnology, Universidad de Oriente, Campus of Monagas, Venezuela.

KEY WORDS: Pancakes, carrot, wheat flour, titratable acidity.

INTRODUCCIÓN

La alimentación ha sido, a lo largo de la historia, una constante en las preocupaciones fundamentales del hombre. El desarrollo de las civilizaciones ha estado

íntimamente ligado a su forma de alimentarse, incluso se dice que tal forma ha determinado el futuro o el destino de las mismas (Cheftel y Cheftel, 1992).

Según Casp y Abril (2003) los alimentos son sistemas

físico-químicos y biológicamente activos, por lo tanto, la calidad de los alimentos es un estado dinámico que se mueve continuamente hacia niveles más bajos. Para cada alimento en particular, hay un período de tiempo determinado, después de su producción, durante el cual mantiene el nivel requerido de sus cualidades organolépticas y de seguridad, bajo determinadas condiciones de conservación.

Durante el almacenamiento y distribución, los alimentos están expuestos a un amplio rango de condiciones ambientales, factores tales como: temperatura, humedad, oxígeno y luz, tales factores pueden causar cambios químicos, físicos y microbiológicos que se traducen en un cambio en las características sensoriales del alimento. Como consecuencia de estos mecanismos los alimentos se alteran hasta ser rechazados por el consumidor. Es necesario por tanto, conocer las diferentes reacciones que causan esta degradación de los alimentos para desarrollar procedimientos específicos para la evaluación de su vida útil, necesarios para mejorar el desarrollo, almacenamiento y distribución de los alimentos (Casp y Abril, 2003).

La cinética de deterioro de los alimentos se puede expresar matemáticamente por medio de ecuaciones de relación aplicando los principios fundamentales de la cinética química. Los cambios en la calidad de los alimentos pueden en general, expresarse como una función de la composición de los mismos y de los factores ambientales.

El estudio de la vida útil tiene como objetivo evaluar el comportamiento de los productos en desarrollo y tradicionales a los que se les ha hecho algún cambio en la receta o en el proceso, durante un tiempo determinado y a diferentes temperaturas (Labuza, 1982) y Barreiro (1995) señala que el final de la vida útil se alcanza por la vía del modo de deterioro predominante en el alimento. El parámetro o los parámetros que se usan como indicadores de la calidad deben ser escogidos cuidadosamente, deben ser confiables y de fácil medición.

Las panquecas elaboradas con zanahoria, no escapan a los diferentes cambios producidos por los diversos factores ambientales, ya que poseen componentes susceptibles, entre ellos: azúcares fácilmente fermentables, β -caroteno, entre otros. Potter (1973) señala que este componente proveniente de la zanahoria sensible a la oxidación produce la pérdida de color y destrucción de la actividad de vitamina A.

En este sentido, la presente investigación tuvo como objetivo determinar el tiempo de vida útil de panquecas elaboradas a base de harina de trigo (50 % HT) y zanahoria (50 % Z), almacenadas a temperaturas de 8, 32 y 36°C.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración de las panquecas

Se elaboraron seis panquecas de 100 g., aproximadamente, con la proporción porcentual en peso (p/p) de harina de trigo (HT) y zanahoria (Z), 50:50 %. Además se le adicionó 50 g de huevo, 50 g de leche en polvo, 40 g de azúcar, 5 g de sal y 250 ml de agua.

Los trozos de zanahorias previamente lavados se mezclaron con los ingredientes complementarios (huevo, leche, azúcar, sal y agua) en una licuadora operando a baja velocidad durante dos minutos. Se añadió harina de trigo comercial, en las cantidades especificadas para cada tratamiento (100% HT; 75 %, 25 Z; 50 % HT, 50 %Z y 25 % HT, 75 % Z), siendo mezclado con homogeneizador manual (batidor), durante 2 minutos. Posteriormente se sometieron a cocción a 70°C durante 5 minutos, con un tamaño de 5x5 cm².

Determinación del tiempo de vida útil de las panquecas

La determinación del tiempo de vida útil se realizó a través del método descrito por Casp y Abril (2003). El criterio que se utilizó para esta determinación fue el físico-químico, tomándose como parámetro indicador la acidez del producto, expresada como % de ácido láctico. Se evaluaron tres temperaturas: 8, 32, 36 °C, durante 5 días, es importantes resaltar que estas panquecas no fueron empacadas, ni se añadió ningún preservante.

De las panquecas almacenadas a tres temperaturas (8, 32 y 36 °C), se tomaron 10 g de muestra correspondientes a cada temperatura y se determinó diariamente el % de ácido láctico según la norma COVENIN (1981), las muestras trituradas en un mortero se dispersaron en agua destilada, se filtraron y fueron llevadas a volumen. Alícuotas de la misma fueron tituladas con NaOH 0,01 N, utilizando fenolftaleína como indicador.

Una vez realizado el respectivo análisis, los valores obtenidos fueron promediados, tabulados y analizados gráficamente de acuerdo a la metodología aplicada por Casp y Abril (1.999) para conocer el grado de deterioro, de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

• La constante de velocidad de reacción se obtuvo por el ajuste de la acidez contra el tiempo según la siguiente ecuación de primer orden:

$$\ln I_f = \ln I_o - k_t$$

$$\ln I_f - \ln I_o = -k_t$$

de la pendiente del ajuste se obtuvo la constante de velocidad de la reacción:

[I_o] = Indicador inicial

[I_f] = Indicador final

k = constante de velocidad de reacción.

• Las constantes de velocidad de reacción a las diversas temperaturas fueron ajustadas a la ecuación de Arrhenius :

$$\ln k_t = \ln k_o (-E_a / R)(1 / T)$$

• Se aplicó la ecuación de Vida Útil, $n = 1$ (Primer orden), para cada temperatura mediante una Ecuación de Primer Orden:

$$t_u = \frac{\ln I_o - \ln I_f}{k_t}$$

Donde:

t_u : Tiempo de Vida Útil

ln I_o : Logaritmo neperiano del valor inicial del atributo de calidad (% de acidez)

ln I_f : Logaritmo neperiano del valor final del atributo de calidad (% de acidez), el cual es indicado por el panel, en el momento que éstos rechazan el producto.

k_t: Constante de velocidad para una temperatura determinada.

Se realizaron análisis microbiológicos y sensoriales para corroborar los valores obtenidos en el análisis fisicoquímico (acidez titulable, pH). Los análisis microbiológicos para cuantificar Mesófilos aerobios y *Salmonella* se realizaron siguiendo los procedimientos

de las siguientes normas:

- Preparación de las muestras (COVENIN- 1126-89)
- Aerobios mesófilos (COVENIN- 902-87)
- *Salmonella* (COVENIN- 1291-88)

Diseño estadístico

Se realizó un análisis de regresión lineal (SAS, 1998) para las variables: Ln del % de acidez contra el tiempo correspondiente a las temperaturas de 8, 32 y 36 °C y luego Ln de la constante de velocidad de reacción (k_t) contra temperatura para la determinación de la energía de activación (E_a).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación del tiempo de vida útil

En la Figura 1 se muestra el porcentaje de acidez, expresado como porcentaje de ácido láctico, con respecto al tiempo de almacenamiento de las panquecas almacenadas a tres temperaturas 8, 32 y 36°C. Se infiere que a medida que avanza el tiempo de almacenamiento y aumenta la temperatura se incrementa el contenido de acidez en las panquecas, posiblemente por la presencia de azúcares fermentables como lactosa en la leche.

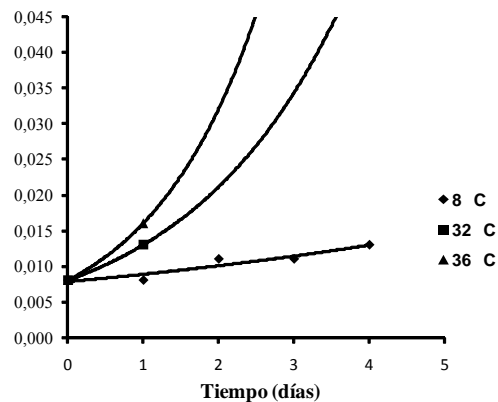


Figura 1. Porcentaje de acidez (expresado como ácido láctico) en función del tiempo en la fórmula de panqueca (50 %HT; 50 %Z) almacenada a distintas temperaturas.

La Figura 2 muestra la gráfica del Ln del porcentaje de acidez con respecto al tiempo de almacenamiento de las panquecas almacenadas a las tres temperaturas (8, 32 y 36°C). A las curvas obtenidas se les aplicó un análisis de regresión lineal, se determinó las pendientes y los coeficientes de determinación (R²) para cada una,

los valores del porcentaje de acidez resultantes indicaron una reacción de primer orden, debido a que el atributo evaluado disminuyó a medida que transcurrió el tiempo. Además se calculó las constantes de velocidad de la reacción (k_t) para cada temperatura representada por las pendientes obtenidas de la pendiente del ajuste.

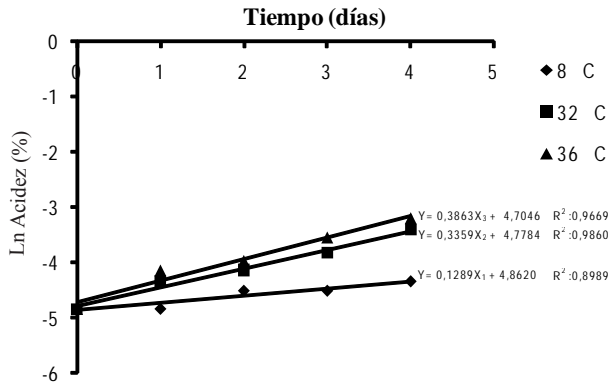


Figura 2. Ln de las concentraciones de ácido láctico a la fórmula seleccionada almacenada a distintas temperaturas.

La Tabla 1 muestra las constantes de la velocidad de la reacción (k_t) y los coeficientes de determinación (R^2), los cuales indican que a medida que aumenta la temperatura la constante de la velocidad (k_t) es mayor. Los coeficientes de determinación (R^2) evidencian el grado de ajuste de los datos experimentales, respecto a la línea recta ($P > 0,05$).

Tabla 1. Constantes de la velocidad de la reacción (k_t) y coeficiente de determinación (R^2) obtenidas para la fórmula de panqueca estudiada.

TEMPERATURA	k_t (día ⁻¹)	R^2
8°C	0,1289	0,8989
32°C	0,3359	0,9860
36°C	0,3863	0,9669

En la Figura 3 se presenta la extrapolación de los valores del $\ln k_t$ con respecto al inverso de la temperatura $1/T$ (°K), la cual se realizó para determinar la energía de activación (E_a), utilizando el modelo de Arrhenius, el valor obtenido para esta energía fue de 6,757 Kcal/mol, la cual representa la cantidad de energía necesaria para que ocurra la reacción de deterioro en las panquecas. De acuerdo a Roa (2001), la energía de activación es una medida de la cantidad de energía necesaria para que proceda la reacción de deterioro. El valor de energía de

activación (E_a) resultó más bajo que los reportados por Roa (2001): pescado (10 Kcal/mol); Avena (10,1 Kcal/mol); Arroz (9,3 Kcal/mol); carne de res (18 Kcal/mol) y Torres, et.al (2001), fórmula dietética deshidratada para niños (15,17 kcal/mol). Es de hacer notar que la panqueca elaborada no fue deshidratada, no contiene preservante ni antioxidante que pudiera inhibir las posibles reacciones y prolongar su tiempo de vida útil.

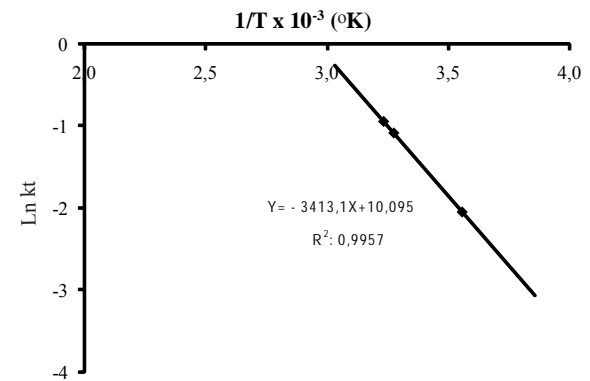


Figura 3. Resultados de la extrapolación del gráfico de Arrhenius para la reacción de deterioro de la formulación de panqueca bajo estudio.

La Tabla 2 presenta los resultados del tiempo de vida útil de la panquecas sometidas a tres temperaturas de almacenamiento (8, 32 y 36°C), los cuales fueron obtenidos a través de la ecuación de primer orden. En este cuadro se puede observar que a medida que aumenta la temperatura la vida útil disminuye. Estos resultados indican que las panquecas sometidas a estas temperaturas, tuvieron una vida útil de 4, 1 y 1 día respectivamente, medida ésta en función de la acidez del producto la cual aumenta directamente proporcional a la temperatura de almacenamiento, esto probablemente se debe a la leche que contienen las panquecas, la cual posiblemente se acidificó y produjo el aumento de la acidez en las mismas. Este resultado corrobora la definición señalada por Roa (2001), sobre vida útil como el período de tiempo durante el cual los cambios en el producto almacenado se corresponden con una disminución tolerable de su calidad, sin llegar a ser rechazado por el consumidor o implicar un riesgo para el mismo.

Tabla 2. Efecto de la temperatura sobre la vida útil de panquecas.

TEMPERATURA (°C)	TIEMPO DE VIDA UTIL (días)
8	4
32	1
36	1

En cuanto a los análisis microbiológicos realizados

a la panqueca (50 % HT y 50 %Z), se destaca que no se detectó la presencia de *Salmonella*, concordando con lo establecido por la norma COVENIN 1291-88, la cual indica que este microorganismo debe estar ausente. Por otro lado, en cuanto a mesófilos aerobios, los resultados mostrados en la Tabla 3, revelan que la panqueca sometida a 8°C presentó una carga microbiana significativa de 3000×10^5 UFC/g a partir del día 6, siendo ésta no apta para el consumo según la norma COVENIN 902-87, la cual reporta un valor límite máximo de 1×10^6 UFC/g. Este crecimiento microbiano puede atribuirse a que los mesófilos tienen una temperatura óptima entre 30-45°C, aunque pueden crecer lentamente a 5°C como lo reporta Hayes (2000), quien además indica que la temperatura de un alimento determina la velocidad de crecimiento de toda bacteria relacionada con él y la temperatura a la cual crece con mayor rapidez es su temperatura óptima de crecimiento. Las panquecas sometidas a 32 °C y 36°C a partir del día 2 presentaron una carga microbiana de 3000×10^5 UFC/g, que por las altas temperaturas de almacenamiento de

las panquecas produjo un aumento significativo de estos microorganismos, haciendo a ésta no apta para consumo.

Se considera importante señalar que se observó en la panqueca sometida a 32°C (temperatura ambiente del laboratorio), la aparición de mohos visibles el día dos, esto puede atribuirse a que estos microorganismos crecen en las superficies de los alimentos, utilizando el oxígeno libre del aire, colocadas ó no en empaques plásticos y además crecen en condiciones ácidas como lo señala (Hayes 2000). Los valores de pH determinados a las panquecas almacenadas a distintas temperaturas durante cinco días, revelaron una disminución de los valores a medida que aumenta el tiempo y la temperatura de almacenamiento como se muestra en la Figura 4. Lo cual podría atribuirse a la leche contenida en la panqueca, que esta posee un pH de 6,4 a 6,7 en estado fresco y cuando ésta se agria disminuye su valor de pH llegando a 5,2 y esto hace que se corte naturalmente a causa de de la presencia de ácido láctico, cuyo proceso es acelerado por el calor (Fox y Cameron, 2004).

Tabla 3. Resultados del análisis microbiológico (mesófilos aerobios) en panquecas almacenadas a distintas temperaturas durante 5 días.

Temperatura de almacenamiento (°C)	Tiempo de almacenamiento (Días)	Carga microbiológica de las panquecas almacenadas (UFC/ g)	Carga máxima aerobios mesófilos en alimentos reportada por COVENIN (902-87)
8	0	400	
8	2	500	
8	4	1000	
8	5	3000×10^6	1×10^6
32 y 36*	0	460	
32 y 36*	2	3000×10^6	
32 y 36*	4	3000×10^6	
32 y 36*	5	3000×10^6	

* Las panquecas almacenadas a 32 y 36 °C tuvieron el mismo comportamiento (UFC/g.)

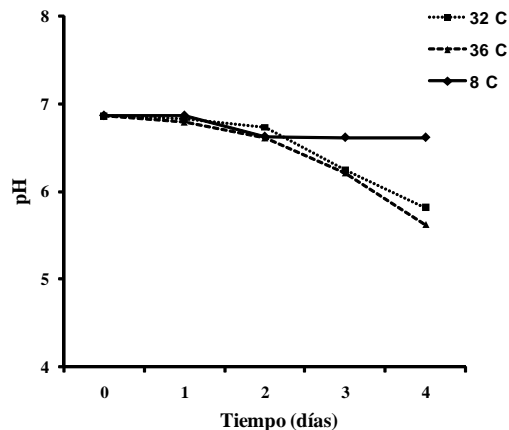


Figura 4. Valores de pH de las panquecas de zanahoria almacenadas a distintas Temperaturas (8, 32,36 °C).

CONCLUSIONES

El tiempo de vida útil para las panquecas elaboradas con 50 % de zanahoria y 50 % de harina de trigo, almacenadas a temperaturas de 8 °C, fue de cuatro (4) días y de un (1) día para las que se almacenaron a 32 y 36 °C, respectivamente. Esto sugiere la factibilidad de alargar el tiempo de vida útil a través de preservantes o antioxidantes.

Los resultados microbiológicos permiten inferir sobre el incremento de temperatura y tiempo de almacenamiento como son factores predisponentes para una mayor carga microbiana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARREIRO, J. 1995. Concepto de Vida Útil de Anaquel y Reacciones de Deterioro. Equinoccio- Universidad Simón Bolívar. Caracas-Venezuela. 35 p.
- CASP, A.; ABRIL, J. 2003. Procesos de Conservación de Alimentos. 2ª edición. Mundi-Prensa. Madrid-España. 494 p.
- CHEFTEL, J.; CHEFTEL, H. 1992. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de Alimentos. 2ª ed. Acribia. Zaragoza- España. Vol. I. 404 p.
- COVENIN 1291-88. Alimentos: Aislamiento e Identificación de Salmonella. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas- Venezuela. 1988. 29 p.
- COVENIN 902-87. Alimentos: Método para recuento de colonias de bacterias Aeróbicas en placas de petri. Comisión Venezolana de Normas Industriales. 2ª Revisión. Caracas-Venezuela. 1987. 7 p.
- COVENIN 1787-81. Productos de Cereales y Leguminosas. Determinación de Acidez. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas- Venezuela. 1981. 3 p.
- FOX, B.; CAMERON, A. 2004. Ciencia de los Alimentos, Nutrición y Salud. Limusa, S.A. México. 457 p.
- HAYES, P. 2000. Microbiología e Higiene de Alimentos. Acribia, S. A. 354 p.
- LABUZA, T. 1982. Shelf Life Dating Foods. Food and Nutrition Press, Inc. Westport, Connecticut, U.S.A.
- POTTER, N. 1973. La Ciencia de los Alimentos. Edutex. México. 748 p.
- ROA, V. 2001. Estimación de la Vida Útil de Productos Almacenados. Akarya Eventos Caracas-Venezuela. 48 p.
- SAS. Statiscal Anlysis System. 1998. User's guide Statistics.Ver. 6.08. Int. Inc, Cary, N.C.
- TORRES, A; GUERRA, M.; ROSQUETE, Y. Estimación de la Vida Útil de una Fórmula Dietética en función de la disminución de Lisina Disponible. Ciênc. Tecnol. Aliment. vol.21 n.2. 129-133 p. 2001.