

# MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE VIDA EN ANAQUEL PARA PRODUCTOS DE PANADERÍA PREENVASADOS

Aviles, Lawrence., Campos, Leonor y Alfaro, Claudia.

Departamento de ingeniería de procesos y ciencias ambientales, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, El Salvador

Calfaro@uca.edu.sv

**Resumen—** Se realizó la siguiente investigación con el objetivo de seleccionar y aplicar un método de evaluación de la vida en anaquel para cuatro productos de panadería preenvasados: muffins, salpor de arroz, semita y croissants. Los métodos a evaluar son análisis sensorial aplicando modelos probabilísticos como la distribución de Weibull y la distribución normal, modelo de Arrhenius por medio de la evaluación los parámetros fisicoquímicos de actividad de agua y humedad ya que la pérdida o migración de humedad es de las principales causas por la cual los productos de panadería pierden su calidad. Los análisis se realizaron a temperatura ambiente de 25 °C y 35 °C, para evaluar la vida acelerada, y determinar el orden de reacción y constante cinética de los productos, también se detalla la importancia de realizar análisis microbiológico en los productos de panadería, estimando el crecimiento de colonias en el tiempo y recuento de mohos y levaduras por medio de la norma ISO 7954 para determinar que se cumpla la normativa salvadoreña NSO 67.30.01:04. Se presenta que la vida de anaquel para los muffins por medio de la intersección entre la distribución de Weibull y distribución normal es de 9 días con 15 horas  $\pm$  2 días con 13 horas; Para el salpor es de 21 días con 10 horas  $\pm$  6 días con 10 horas; Para la semita es 12 días con 1 hora  $\pm$  3 días con 3 horas; Finalmente para los croissants la vida de anaquel es de 14 días con 20 horas  $\pm$  5 días con 19 horas.

**Palabras clave:** Distribución Productos de panadería preenvasados, Productos semiperecederos, Vida en anaquel.

## I. INTRODUCCIÓN

Los productos de panadería son de gran importancia en la dieta alimenticia debido a que poseen una alta fuente de nutrientes como carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales. Los productos de panadería representan el 10% de la canasta alimenticia salvadoreña. La industria panadera en El Salvador está compuesta por 2,000 empresas, generando empleo para más de 18,000 personas. De acuerdo con el tamaño de la empresa el 90.8% pertenece a la microempresa, 7.3% a la pequeña empresa, 1.4% a la mediana empresa y el 0.5% a la gran empresa. Para poder ser comercializados conforme a las normas salvadoreñas de esta forma, es necesario establecer una fecha de límite de consumo recomendada o de expiración [1]. La vida útil o vida en anaquel se define como el periodo de tiempo en el cual un alimento mantiene su calidad alimenticia, es decir, mantiene sus

propiedades o características deseadas ya sea sensoriales, químicas, físicas o microbiológicas y es seguro para el consumo, bajo condiciones óptimas de distribución almacenamiento y uso, cumpliendo con la declaración establecida sobre los datos nutricionales de su etiqueta al ser almacenado bajo las condiciones recomendadas. La vida útil de un alimento comienza desde el momento en que fue producido o empacado y el fin de la vida útil depende de cada producto y se debe a que el producto se vuelve inaceptable debido al deterioro microbiano y sensorial [6]. Según normativas, los alimentos envasados deben especificar la vida útil de los alimentos por una etiqueta de “consumir (preferentemente) antes de” [3].

## II. METODOLOGÍA

La metodología se basó en la aplicación de los métodos sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos.

### A. Análisis sensorial

Las características sensoriales de los alimentos son la razón principal por la cual una persona consumirá un producto. Estos análisis se utilizan de modo que los resultados sensoriales puedan ser correlacionados con los gustos de los consumidores y se comercialice de manera exitosa. El análisis sensorial permite identificar el tiempo en que el producto pierde sus características, como olor, sabor, textura, así como también el momento que el producto ya no es aceptado por consumidores para los cuatro productos evaluados. La distribución de Weibull y la distribución normal permiten establecer el periodo de tiempo. El análisis sensorial se llevó a cabo por un panel de expertos, comprendido por 15 personas. A partir del día cero, se presentó una muestra de cada producto a cada panelista para su evaluación y llenaron la encuesta de calidad sensorial establecida. Esta evaluación se realizó una vez al día. Esta encuesta utilizada constó de cuatro partes: la primera recauda la información general de cada panelista y del producto panadero, la fecha y hora de la prueba. La segunda parte de la encuesta comprendió una evaluación detallada de cuatro características sensoriales. La apariencia, textura, olor y sabor fueron puestos a prueba a través de una escala hedónica.

### B. Análisis Fisicoquímicos

Los parámetros fisicoquímicos analizados por este método fueron el porcentaje de humedad y actividad de agua.

Las pruebas se realizaron de manera que pudiera observarse su deterioro realizando mediciones una o dos veces al día a dos

diferentes temperaturas, las cuales son: temperatura ambiente de 25 ° C y 35 ° C. La primera temperatura se utilizó de manera que pudiera simular las condiciones de anaquel dentro de un supermercado o comercio. La segunda temperatura se eligió en base a que se pudiera aplicar las ecuaciones referentes al Q10, es decir, el factor de aceleración de la temperatura, el cual es el aumento en la tasa de reacción, este indica la relación entre la vida útil con los cambios de temperatura. A la vez, esta temperatura podría simular condiciones límite de almacenamiento para productos de panadería.

Se realizaron análisis de humedad en las muestras de pan por medio de una estufa de convección según la norma AOAC 935.36. Y análisis de actividad de agua mediante las instrucciones del medidor de agua Rotronic HC2-AW.

### C. Análisis de hongos y levaduras

Debido a que los productos de panadería generalmente pierden sus características sensoriales antes de desarrollar mohos y levaduras al ser un producto de rápido consumo, se optó por realizar el análisis de mohos y levaduras para evaluar si el momento en que el producto ya no es aceptado por los consumidores aún son seguros y cumplen con los límites permitidos por la norma salvadoreña de producto de panadería NSO 67.30.01:04, la cual establece que el límite máximo permitido es de 50 UFC/g [2]. Así mismo, puede realizarse al inicio de las pruebas para comprobar que las muestras no fueron contaminadas luego del proceso de elaboración, durante el periodo de empaque y transporte. De esta forma también, se pudo tener un parámetro de comparación entre el conteo inicial y final. El procedimiento a seguir para determinar la cantidad de hongos y levaduras presentes en las muestras se basó en la NORMA ISO 7954 [8].

## III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. Análisis Sensorial

En las siguientes figuras se muestran las gráficas de los resultados del análisis sensorial para cada producto.

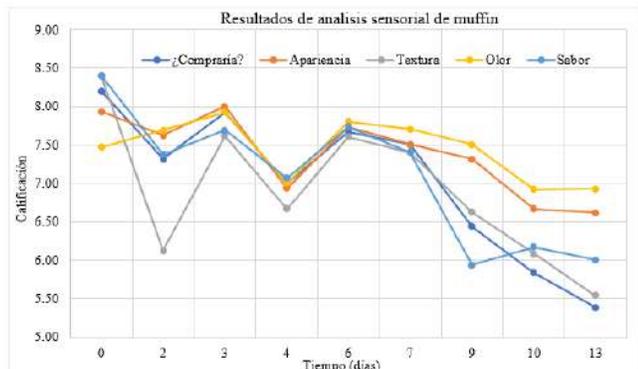


Fig. 1.1 Gráfica de calificaciones promedio de prueba sensorial para muffin

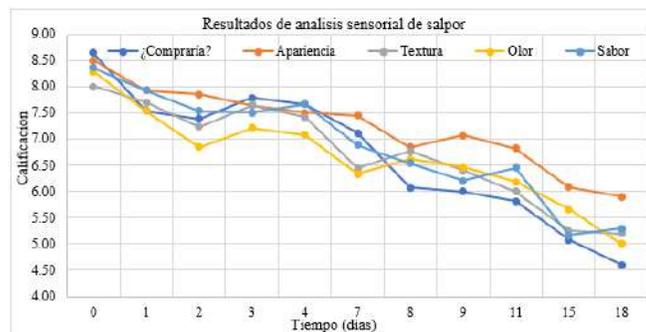


Fig. 1.2 Gráfica de calificaciones promedio de prueba sensorial para salpor.

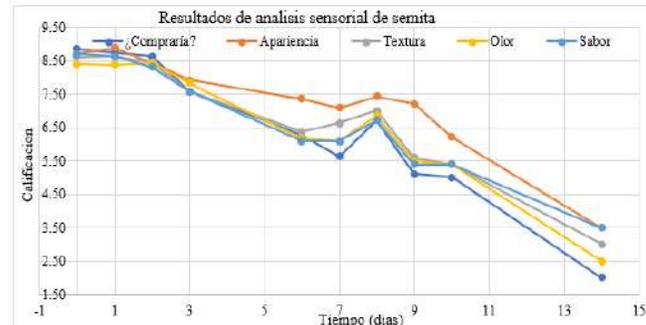


Fig. 1.3 Gráfica de calificaciones promedio de prueba sensorial para semita.

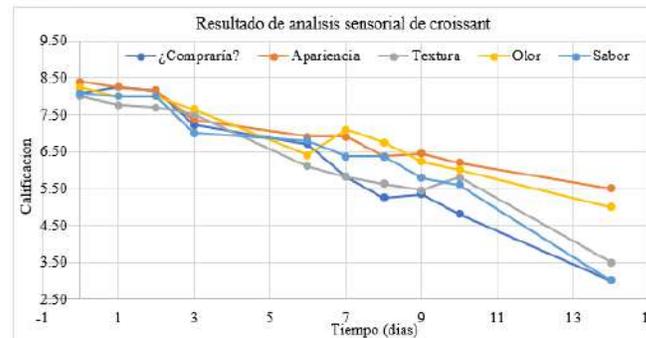


Fig. 1.4 Gráfica de calificaciones promedio de prueba sensorial para croissant.

En las siguientes figuras se presenta el periodo de vida útil de cada producto, donde se representa por medio de una línea azul el intervalo de tiempo calculado por la distribución de Weibull, la línea verde representa el periodo de tiempo calculado por la distribución normal y la línea roja es la intersección de ambas distribuciones.



Fig. 1.5 Representación gráfica de la vida útil del muffin por métodos probabilísticos.

Fig. 1.6 Representación gráfica de la vida útil del salpor por métodos probabilísticos.



Fig. 1.7 Representación gráfica de la vida útil de la semita por métodos probabilísticos.

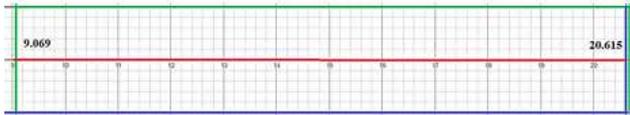


Fig. 1.8. Representación gráfica de la vida útil del croissant por métodos probabilísticos

Se calculó por medio de la intersección de la distribución de Weibull y distribución normal que la vida en anaquel para los muffins es de 9 días con 15 horas  $\pm$  2 días con 13 horas; para el salpor es de 21 días con 10 horas  $\pm$  6 días con 10 horas; para la semita es 12 días con 1 hora  $\pm$  3 días con 3 horas; y para los croissants es de 14 días con 20 horas  $\pm$  5 días con 19 horas. La determinación de vida de anaquel para productos de panadería, el método probabilístico de análisis sensorial es el más efectivo.

El método probabilístico de análisis sensorial es el más efectivo. Esto se debe a que el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos en los productos de panadería generalmente no sigue una tendencia cinética de deterioro proporcional al tiempo ni a los cambios de temperatura. Sin embargo, el parámetro de actividad de agua de la semita si permitió modelar un tiempo de vida esperado a cualquier temperatura comprendida entre 25 a 35 °C a partir de la prueba de vida acelerada, dado que el orden de reacción era el mismo para estas dos temperaturas y que la constante cinética era proporcional según el modelo de Arrhenius.

## B. Test de vida acelerada

### 1) Test de vida acelerada por medio de actividad de agua.

A continuación, se muestran los resultados de actividad de agua ambas temperaturas para cada producto.

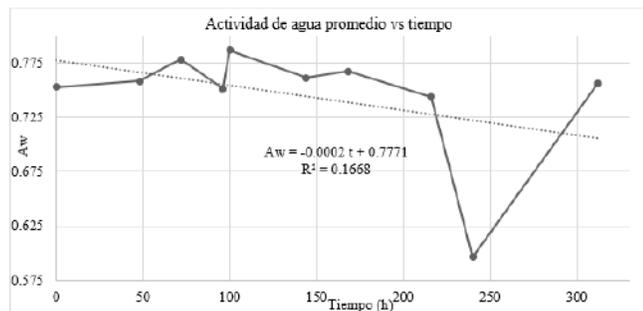


Fig. 1.9. Gráfica de actividad de agua contra el tiempo en horas para muffins a temperatura ambiente de 25 °C.

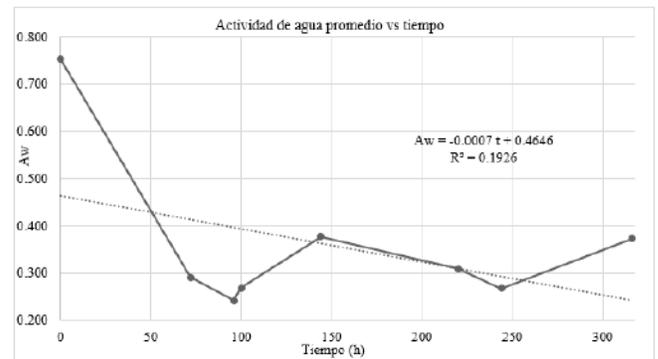


Fig. 1.10. Gráfica de actividad de agua contra el tiempo en horas para muffin a temperatura de 35 °C.

Como se observa a diferentes temperaturas las gráficas no poseen la misma tendencia, el orden de reacción resultante a partir del método de regresión no lineal es diferente para cada temperatura, siendo para 25 °C es  $\alpha = -14.9$  y el de la constante de velocidad específica es  $k = 1.24 \times 10^{-6} \text{ h}^{-1}$  y para 35 °C es  $\alpha = 186.9$  y  $k = 6.28 \times 10^{91} \text{ h}^{-1}$ , los valores de constante cinética no siguen una tendencia proporcional al cambio de temperatura como se especifica en la ecuación de Arrhenius. Por lo tanto, el parámetro de actividad de agua no podrá ser utilizado para representar el comportamiento cinético de deterioro del muffin. La constante cinética específica calculada a ambas temperaturas tiene un valor bajo, de manera que se puede decir que para los muffins la actividad de agua disminuye de manera relativamente lenta. La actividad de agua como parámetro fisicoquímico puede ser asociado a los cambios de textura del producto. De este modo, se observa que cambios en la temperatura de almacenamiento para el muffin tendrá una influencia importante sobre la percepción de resequeidad de este.

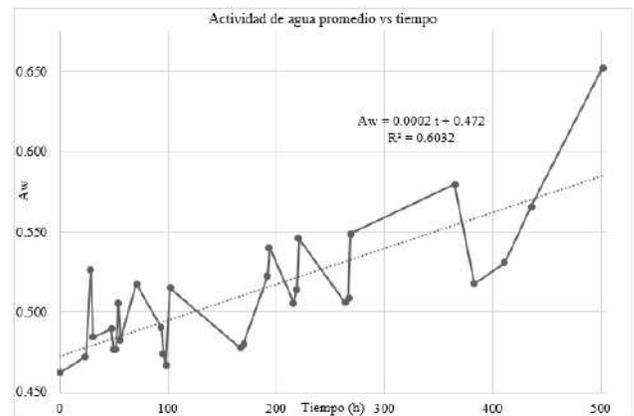


Fig. 1.11 Gráfica de actividad de agua contra el tiempo en horas para salpor a temperatura ambiente de 25 °C.

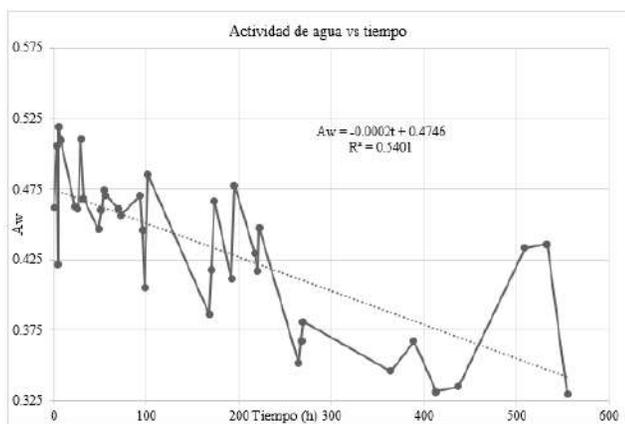


Fig. 1.12 Gráfica de actividad de agua contra el tiempo en horas para salpor a temperatura 35 °C.

Como se observa a diferentes temperaturas las gráficas no poseen la misma tendencia, el orden de reacción resultante a partir del método de regresión no lineal es diferente para cada temperatura, siendo para 25 °C es  $\alpha = 2.3$  y el de la constante de velocidad específica es  $k = -0.00128 \text{ h}^{-1}$  y para 35 °C es  $\alpha = 1.92$  y  $k = -0.001059 \text{ h}^{-1}$ . Arrhenius. Por lo tanto, el parámetro de actividad de agua no podrá ser utilizado para representar el comportamiento cinético de deterioro del salpor. Las dos temperaturas muestran un comportamiento diferente para la actividad de agua del salpor, a temperatura ambiente la actividad sube mientras que a 35 °C esta decrece. Esto se debe a la baja actividad de agua de los salpores, ya que son productos muy secos y porosos. Este comportamiento dependiente de la temperatura es muy importante ya que una prueba acelerada a partir de esta propiedad fisicoquímica no representará de forma adecuada su vida útil en condiciones de temperatura normales.

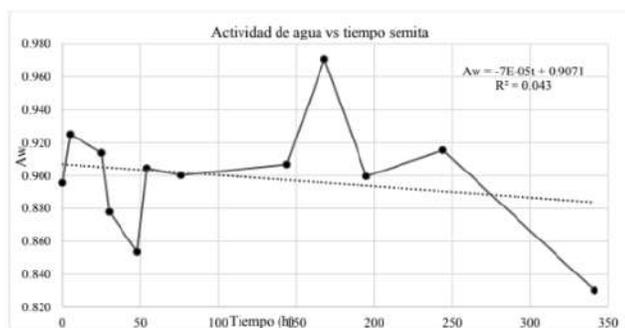


Fig. 1.13 Gráfica de actividad de agua contra el tiempo en horas para semita a temperatura de 25 °C.

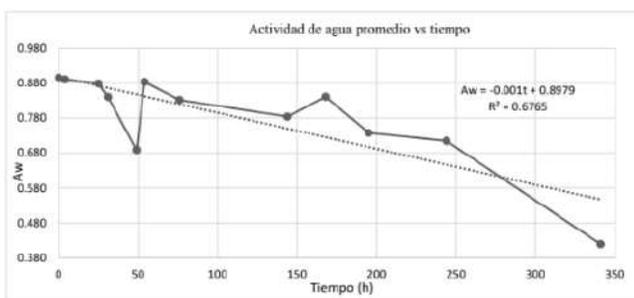


Fig. 1.14 Gráfica de actividad de agua contra el tiempo en horas para semita a temperatura 35 °C.

Como se observa a diferentes temperaturas para la semita poseen una tendencia similar, donde la actividad de agua disminuye a medida pasa el tiempo. Para 25 °C el orden de reacción es  $\alpha = 3.16$  y el de la constante de velocidad específica es  $k = 8.23E-6 \text{ h}^{-1}$ . A 35 °C el orden de reacción es  $\alpha = -3.69$  y la constante de velocidad específica es  $k = 0.000362 \text{ h}^{-1}$ .

Dado que, a ambas temperaturas, el orden de reacción es aproximadamente igual, es posible calcular el tiempo de la vida útil a partir del parámetro fisicoquímico de actividad de agua a una temperatura específica de almacenamiento. La estimación se basa en el valor de actividad de agua inicial y el valor de actividad de agua al que el producto ha perdido sus características fisicoquímicas deseadas y ha llegado a su punto de rechazo. Con la ecuación de Arrhenius se calcula la constante  $k$  específica para cualquier temperatura entre el intervalo de 25 a 35 °C, a las dos temperaturas experimentalmente. Para esto debe calcularse el valor de la energía de activación ( $E_a$ ) y el factor exponencial.

Tabla I  
Datos necesarios para obtener  $E_a$  y  $A$  para semita.

Temperatura (°C)	Temperatura (K)	Constante cinética (k)	1/T	ln(k)
25	298.15	8.2341E-06	0.0033540	-11.7072
35	308.15	0.00036176	0.0032452	-7.92453

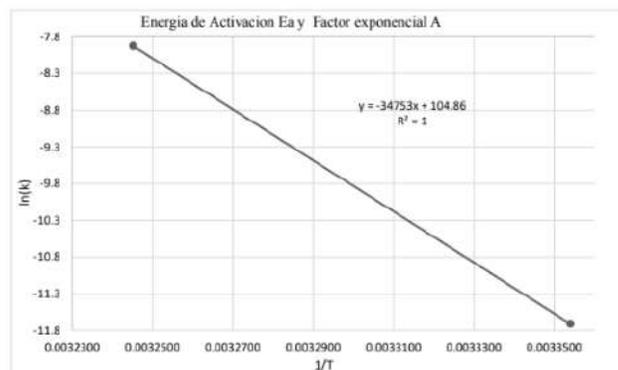


Fig. 1.15 Gráfica para la obtención de  $E_a$  y  $A$ .

A partir de la ecuación obtenida por la gráfica  $\ln(k) = -34753(1/T) + 104.86$ , el valor de la pendiente  $-34753$  representa el valor de  $E_a/R$  y el valor del intercepto  $104.86$  representa el logaritmo natural del factor exponencial  $\ln(A)$ . Al linealizar esta ecuación con el uso de la exponencial para remover el logaritmo, se obtiene la ecuación 1.1 para sacar la constante cinética específica a la temperatura deseada, y la ecuación 1.2 para obtener el tiempo de vida útil "t" referente a valor de actividad de agua final para el cual la semita haya caducado.

$$k = A \exp(-E_a/RT) = 3.47 \times 10^{45} \times \exp(-34753/T) \quad (1)$$

$$t = \frac{Aw_0^{1-\alpha} - Aw_1^{1-\alpha}}{\alpha k (1-\alpha)} = \frac{Aw_0^{1-\alpha} - Aw_1^{1-\alpha}}{\alpha k} \times 4 \quad (2)$$

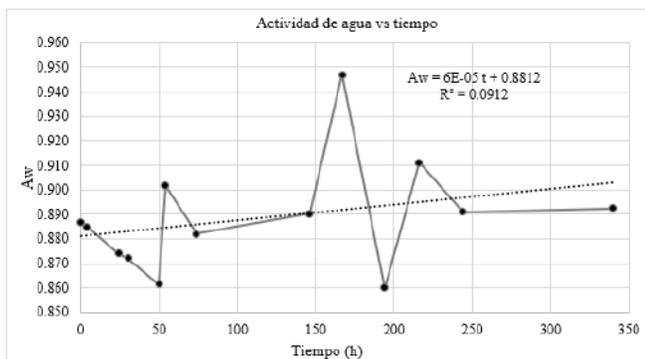


Fig. 1.16 Gráfica de actividad de agua contra el tiempo en horas para croissant a temperatura de 25 °C.

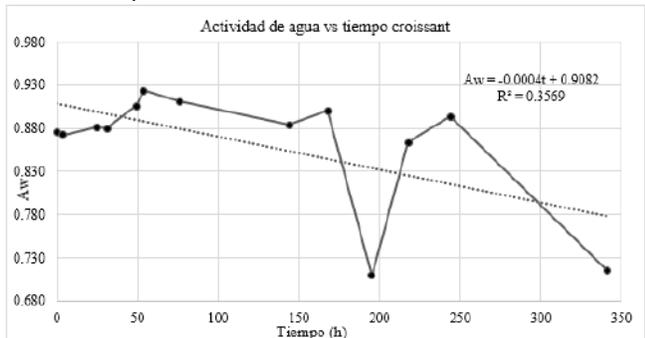


Fig. 1.17 Gráfica de actividad de agua contra el tiempo en horas para croissant a temperatura 35 °C.

Las dos temperaturas muestran un comportamiento diferente para la actividad de agua del croissant, a temperatura ambiente la actividad sube mientras que a 35 °C esta decrece. Esto se debe al comportamiento de migración de humedad del croissant. A 25 °C el orden de reacción es  $\alpha = -35.979$  y el de la constante de velocidad específica es  $k = -6.1E-07$  h-1. A 35 °C el orden de reacción es  $\alpha = 0.00086$  y la constante de velocidad específica es  $k = 0.00022317$  h-1. El parámetro de actividad de agua no podrá ser utilizado para representar el comportamiento cinético de deterioro del croissant.

## 2) Test de vida acelerada por el parámetro de Humedad.

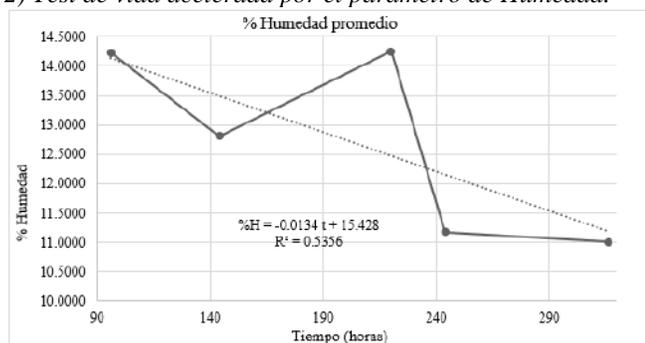


Fig. 1.18 Gráfica de porcentaje de humedad contra el tiempo en horas para muffin a temperatura ambiente.

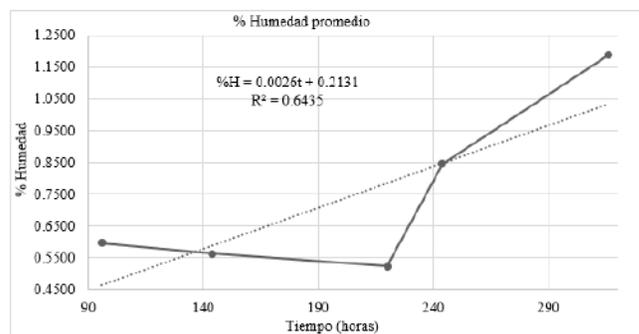


Fig. 1.19 Gráfica de porcentaje de humedad contra el tiempo en horas para muffin a temperatura 35 °C.

Se observa que a diferentes temperaturas las gráficas no poseen la misma tendencia, a 25 °C el orden de reacción es  $\alpha = -7.63$  y el de la constante de velocidad específica es  $k = 2938301$  h-1. A 35 °C el orden de reacción es  $\alpha = 8.799$  y el de la constante de velocidad específica es  $k = -0.02281$  h-1. Los valores no siguen una tendencia proporcional al cambio de temperatura como se especifica en la ecuación de Arrhenius. Por lo tanto, el parámetro de porcentaje no podrá ser utilizado para representar el comportamiento cinético de deterioro del muffin.

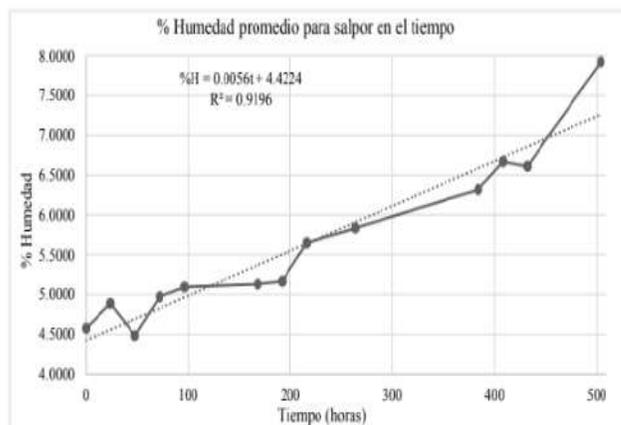


Fig. 1.20 Gráfica de porcentaje de humedad contra el tiempo en horas para salpor a temperatura ambiente.

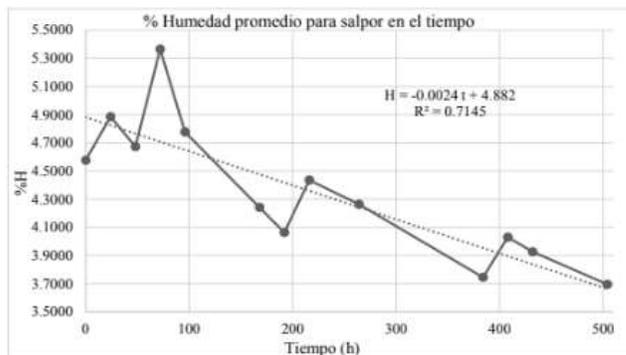


Fig. 1.21. Gráfica de porcentaje de humedad contra el tiempo en horas para salpor a temperatura 35 °C.

Para el salpor almacenado a 25 °C el orden de reacción es  $\alpha = 3.08$  y el de la constante de velocidad específica es  $k = -2.66584 \times 10^{-05}$  h-1. Para la temperatura de 35 °C es  $\alpha = -6.436$  y el de la

constante de velocidad específica es  $k = 17.664 \text{ h}^{-1}$ . Se observa que a diferentes temperaturas las gráficas no poseen la misma tendencia, por lo tanto, el parámetro de porcentaje de humedad no podrá ser utilizado para representar el comportamiento cinético de deterioro del salpor.

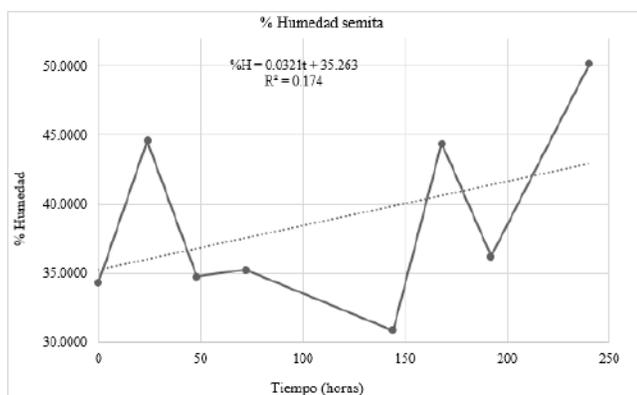


Fig. 1.22. Gráfica de porcentaje de humedad contra el tiempo en horas para semita a temperatura ambiente.

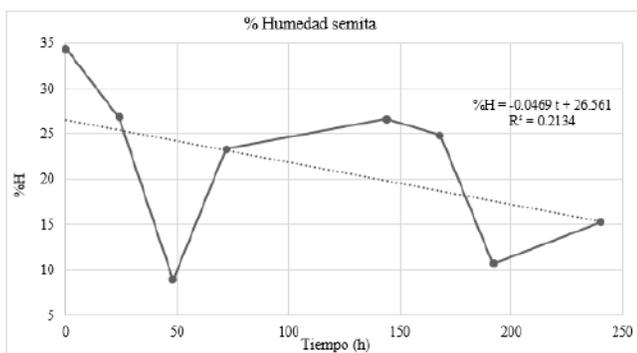


Fig. 1.23. Gráfica de porcentaje de humedad contra el tiempo en horas para semita a temperatura 35 °C.

Se observa que a diferentes temperaturas las gráficas no poseen la misma tendencia, a 25 °C el orden de reacción es  $\alpha = 4.43$  y el de la constante de velocidad específica es  $k = -4.15 \times 10^{-09} \text{ h}^{-1}$ . A 35 °C el orden de reacción es  $\alpha = 3.908$  y el de la constante de velocidad específica es  $k = 4.20 \times 10^{-07} \text{ h}^{-1}$ . Por lo tanto, el parámetro de porcentaje de humedad no podrá ser utilizado para representar el comportamiento cinético de deterioro de la semita.

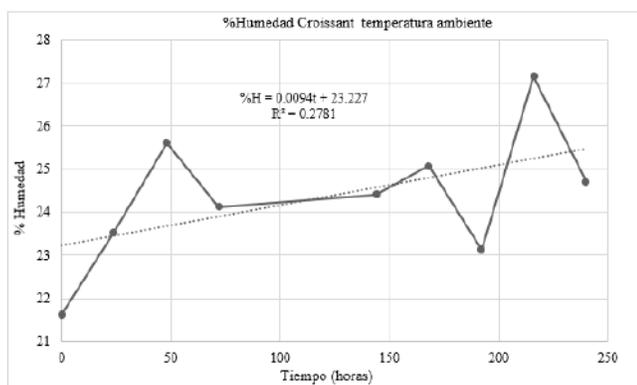


Fig. 1.24 Gráfica de porcentaje de humedad contra el tiempo en horas para muffin a temperatura ambiente.

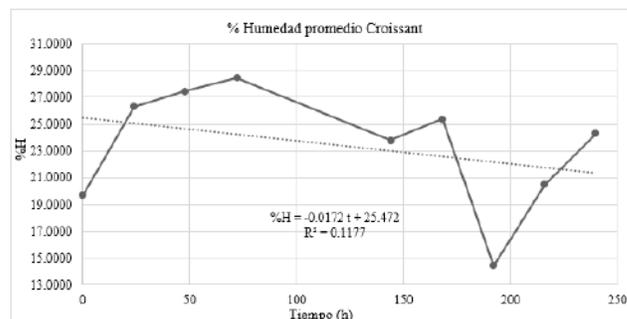


Fig. 1.25 Gráfica de porcentaje de humedad contra el tiempo en horas para croissant a temperatura 35 °C.

Se observa que a diferentes temperaturas las gráficas no poseen la misma tendencia, para el croissant almacenado a 25 °C el orden de reacción es  $\alpha = -50.92$  y el de la constante de velocidad específica es  $k = -3.6926 \times 10^{-68} \text{ h}^{-1}$ . Para la temperatura de 35 °C es  $\alpha = -152.39$  y el de la constante de velocidad específica es  $k = -9 \times 10^{206} \text{ h}^{-1}$ . Por lo tanto, el parámetro de porcentaje de humedad no podrá ser utilizado para representar el comportamiento cinético de deterioro del croissant.

### C. Análisis de hongos y levaduras

Se realizaron las pruebas microbiológicas al inicio y al final de las pruebas sensoriales y fisicoquímicas. En la prueba iniciales de los cuatro productos no se observó presencia de hongos y levaduras, lo que indica que se puede considerar que las muestras no fueron expuestas a contaminación durante el proceso de empaque o transporte, y la determinación de la vida útil por los otros métodos no se verán alterados por contaminación de las muestras.

Luego en la prueba final se observó presencia de hongos y levaduras como se muestra en la tabla II. Lo que indica que cuando los muffins y salpores ya han perdido sus características sensoriales y el producto ya no es aceptado por los consumidores aun es seguro para el consumo y cumple con la norma salvadoreña NSO 67.30.01:04 sobre el máximo permitido mencionado anteriormente de 50 UFC/g. Al contrario, la semita y croissants cuando el producto ya no es aceptado por los consumidores tampoco es seguro su consumo.

TABLA II  
CANTIDAD DE HONGOS Y LEVADURAS

Producto	Cantidad de hongos y levaduras
Muffins	1 UFC/g
Salpor	1 UFC/g
Semita	$\geq 300 \text{ UFC/g}$
Croissants	$\geq 300 \text{ UFC/g}$

## IV. CONCLUSIONES

El análisis sensorial permite identificar el tiempo en que el producto pierde sus características, como olor, sabor, textura, así como también el momento que el producto ya no es aceptado por consumidores para los cuatro productos evaluados. La distribución de Weibull y la distribución normal permiten

establecer el periodo de tiempo, se calculó por medio de la intersección de ambas distribuciones que la vida de anaquel para los muffins es de 9 días con 15 horas  $\pm$  2 días con 13 horas; para el salpor es de 21 días con 10 horas  $\pm$  6 días con 10 horas; para la semita es 12 días con 1 hora  $\pm$  3 días con 3 horas; y para los croissants es de 14 días con 20 horas  $\pm$  5 días con 19 horas.

Se concluye que, para la determinación de vida de anaquel para productos de panadería, el método probabilístico de análisis sensorial es el más efectivo, y así mismo, puede aplicarse dentro de las instalaciones de la universidad Centroamericana José Simeón Cañas. Esto se debe a que el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos en los productos de panadería generalmente no sigue una tendencia cinética de deterioro proporcional al tiempo ni a los cambios de temperatura, por lo que orden de reacción probablemente será diferente y la constante cinética no podrá ser asociada mediante el modelo de Arrhenius. Además, debido que existe un amplio tipo de productos de panadería, se concluye que no puede definirse un factor fisicoquímico único o principal que refleje el deterioro de la calidad de este tipo de productos. Por esta razón, es importante realizar diversos análisis de manera que la propiedad fisicoquímica medida si se apege a los modelos de cinética para el producto y la temperatura deseados.

El parámetro de actividad de agua de la semita permitió modelar un tiempo de vida esperado a cualquier temperatura comprendida entre 25 a 35 °C, dado que el orden de reacción era el mismo para estas dos temperaturas y que la constante cinética era proporcional según el modelo de Arrhenius. Al asociar este método con el de análisis sensoriales, se estima que una actividad de agua de  $A_w = 0.8931$  es un indicador que el producto ya ha terminado su vida útil. Este valor de  $A_w$  debería de ser utilizado en la ecuación 1 y 2 para la estimación de vida útil junto con el valor de constante cinética  $K$  calculado a la temperatura deseada.

## REFERENCIAS

- [1] COEXPORT. (2009). *Ficha Técnica sobre requerimientos técnicos de acceso al mercado de EEUU*. Recuperado de: [http://www.coexport.com.sv/ckfinder/userfiles/files/23ES\\_SEMITA.pdf](http://www.coexport.com.sv/ckfinder/userfiles/files/23ES_SEMITA.pdf)
- [2] CONACYT. (n.d.). *Productos de panadería. Clasificación y especificaciones del pan dulce*. Recuperado de: <https://www.defensoria.gob.sv/images/stories/variados/NORMAS/PANADERIA/PRODUCTOS%20DE%20PANADERIA.%20CLASIFICACION%20Y%20ESPECIFICACIONES%20DEL.pdf>
- [3] CONACYT. (2003). *NORMA GENERAL PARA EL ETIQUETADO DE LOS ALIMENTOS PREENVASADOS*. Recuperado de: [https://www.oirsa.org/contenido/2017/El\\_Salvador\\_INOCUIDAD/2.%20NSO%2067%2010%2001%2003-%20NORMA\\_GENERAL\\_PARA\\_EL\\_ETIQUETADO\\_DE\\_LOS\\_ALIMENTOS\\_PREENVASADOS.pdf](https://www.oirsa.org/contenido/2017/El_Salvador_INOCUIDAD/2.%20NSO%2067%2010%2001%2003-%20NORMA_GENERAL_PARA_EL_ETIQUETADO_DE_LOS_ALIMENTOS_PREENVASADOS.pdf)
- [4] D. Kilcast, (2013). *Instrumental assessment of food sensory quality: A practical guide*. Sawston, Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited. Recuperado de: EBSCOhost.
- [5] E. Cabeza (2013, 06 15). *Aplicación de la Microbiología Predictiva para la determinación de la vida útil de los alimentos*. Recuperado de: [https://www.academia.edu/992792/Aplicacion%20de%20la%20Microbiologia%20Predictiva%20en%20la%20determinacion%20de%20la%20vida%20util%20de%20los%20alimentos?ends\\_sutd\\_reg\\_path=true](https://www.academia.edu/992792/Aplicacion%20de%20la%20Microbiologia%20Predictiva%20en%20la%20determinacion%20de%20la%20vida%20util%20de%20los%20alimentos?ends_sutd_reg_path=true)
- [6] Food Safety Authority of Ireland. (2017). *Validation of product shelf-life*. Recuperado de FSAI: [https://www.fsai.ie/faq/shelf\\_life/determination.html](https://www.fsai.ie/faq/shelf_life/determination.html)
- [7] G. I., Giraldo. *Métodos de estudio de vida de anaquel de los alimentos*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.1999.
- [8] Gobierno de Chile, Instituto de salud pública. (2008, 10 24). *Procedimiento de recuento de mohos y levaduras en alimentos*. Recuperado de: <https://docplayer.es/6147210-Procedimiento-recuento-mohos-y-levaduras-en-alimentos-norma-iso-7954-1-objetivo-conocer-el-numero-de-mohos-y-levaduras-que-contiene-un-alimento.html>
- [9] H, Fogler. Recolección y análisis de datos de velocidad. In *Elementos de ingeniería de las reacciones químicas. Cuarta edición*. México: Pearson Educación. pp. 257-277, 2008.
- [10] International Standard Organization 5492. (1992). BSI 5098:1992 Glossary of terms relating to sensory analysis ISO.
- [11] S. Cauvain y L. Young, The stability and shelf life of bread and other bakery products. In *Food and Beverage Stability and Shelf Life*. Woodhead Publishing. pp. 658-679, 2011.