



## Vida útil sensorial de “Ají de Gallina” envasado mediante estadística de supervivencia con pruebas aceleradas

Sensory Shelf life of “Ají de Gallina” packaged using accelerated survival statistics

Diego Honorato Silva Chuquipoma<sup>1</sup>; Jesús A. Sánchez-González<sup>2, \*</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Agroindustrial. Universidad César Vallejo, La Libertad - Perú

<sup>2</sup>Escuela de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional de Trujillo, La Libertad – Perú.

Received May 5, 2016. Accepted July 9, 2016.

### Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la vida útil sensorial del “Ají de Gallina” envasado en frascos de vidrio mediante estadística de supervivencia con pruebas aceleradas. Se elaboraron muestras, las cuales fueron almacenadas a 30, 40 y 50 °C durante 47 días, para lo cual se reclutó a 50 panelistas no entrenados (consumidores). Los parámetros del modelo estadística de supervivencia  $\mu$  fueron  $3,9372 \pm 0,08$ ;  $0,1593 \pm 0,06$ ;  $3,6905 \pm 0,05$  y los parámetros  $\sigma$  fueron  $0,1512 \pm 0,04$ ;  $3,6003 \pm 0,02$ ;  $0,0692 \pm 0,02$ ; resultantes para las temperaturas de almacenamiento de 30, 40 y 50 °C, respectivamente, con un valor de Energía de Activación de  $11,63 \pm 3,234$  kJ/mol. Finalmente, se concluyó que la vida útil sensorial del ají de gallina envasado en frascos de vidrio a 20 °C de almacenamiento, con 50% de rechazo, fue de  $53,49 \pm 4,76$  días.

**Palabras claves:** Vida útil, pruebas aceleradas, estadística de supervivencia, ají de gallina.

### Abstract

This present research aimed to determine the sensory shelf life of "Ají de Gallina" packed in glass jars by statistical survival with accelerated testing. Were prepared Samples, which were stored at 30, 40 and 50 °C for 47 days, for which 50 untrained panelists (consumers) were recruited. The survival statistical model's parameters were  $3.9372 \mu \pm 0.08$ ,  $0.06 \pm 0.1593$ ,  $3.6905 \pm 0.05$  and  $0.1512 \pm$  parameters  $\sigma$  were 0.04, 0.02  $\pm 3.6003$ ,  $0.0692 \pm 0.02$ ; accruing to storage temperatures of 30, 40 and 50 °C, respectively, with an activation energy value of  $11.63 \pm 3.234$  kJ / mol. Finally, it was concluded that sensory shelf life of "Ají de Gallina" packed in glass jars at 20 °C storage, with 50% rejection, was  $53.49 \pm 4.76$  days.

**Keywords:** Shelf life, accelerated testing, survival statistics, ají de gallina

## 1. Introducción

El Ají de Gallina es el extraordinario producto del mestizaje de un uchu autóctono y un guiso de migas español: Migas del Pastor, en el que como en toda nuestra gran Cocina Peruana, se logra el glorioso resultado de un delicado potaje que tiene como base y cimiento la cocina de los incas (Hinojosa, 2007). Los ingredientes comúnmente utilizados por la gastronomía peruana son: gallina o pollo (*Gallus gallus domesticus*), ají escabeche (*Capsicum baccatum* L), pan

o galletas remojadas, leche, huevos y pimienta (*Piper nigrum*). Esta receta tiene algunas variantes de acuerdo a la forma de servir el plato o de acuerdo al gusto del consumidor. Actualmente, la producción de ají de gallina se delimita al plato gastronómico elaborado por restaurantes de todo nivel socio-económico de consumo directo. Así mismo, productos similares se encuentran en el mercado, como salsas a base de ají y bases deshidratadas de ají de gallina, éstas últimas para consumo instantáneo. Algunas tendencias en las

\* Corresponding author

E-mail: [jsanchez@unitru.edu.pe](mailto:jsanchez@unitru.edu.pe) (J.A. Sánchez-González)

© 2016 All rights reserved.

DOI: 10.17268/sci.agropecu.2016.03.07

que se conjuga no solo la búsqueda de alimentos saludables sino la posibilidad de alimentarse adecuadamente en el difícil mundo de hoy, muestran que el público general busca alimentos menos procesados con aspecto y calidad similares a los recién preparados. Al evaluar esta situación implicaría el desarrollo de nuevos productos, nuevas tecnologías de procesamiento y conservación, así como conocer e investigar las formas y el tiempo de almacenamiento en las que el producto mantendrá sus atributos de calidad iniciales. Actualmente, el consumidor muestra una necesidad por conocer más detalles sobre el producto, composición nutricional, ingredientes y otros aspectos de interés. Un claro ejemplo es el conocimiento de la fecha de vencimiento de los productos, que va de la mano con la determinación de la vida útil de un producto (Restrepo y Montoya, 2010).

La vida útil de un alimento es aquel periodo de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitario, manteniendo las características sensoriales, funcionales y nutricionales por encima de los límites de calidad previamente establecidos como aceptables (Hough y Fizman, 2005). Para analizar y estudiar la vida útil de los alimentos, es importante medir la velocidad de cambio de un atributo determinado de su calidad. La calidad de un producto se puede definir utilizando muchos factores, entre otros, sus características sensoriales, valor nutritivo, inocuidad para la salud (Silla, 2004).

Una dificultad propia del análisis de vida útil es el hecho de que la información sobre el momento en que un consumidor rechaza el producto depende de los tiempos de almacenamiento en que éste prueba el producto. El tiempo “t” hasta que se produce el rechazo no se observa con

exactitud, dando lugar a los llamados tiempos censurados (Garitta *et al.*, 2005). Los tiempos de censura pueden ser: la “censura por la derecha” se produce cuando el consumidor no rechaza ninguna de las muestras, la “censura en un intervalo” se da cuando el consumidor rechaza el producto entre dos tiempos de almacenamiento dados, la “censura por la izquierda” se da cuando el consumidor rechaza el producto en el primer tiempo de almacenamiento (Meeker y Escobar, 1998). Por lo tanto, se necesita un modelo que se adecue a los tiempos de rechazo, teniendo en cuenta que usualmente la distribución de los tiempos de rechazo está sesgada a la derecha, el modelo normal no es adecuado y otras leyes tales como la de Weibull o la log-normal son más adecuadas (Garitta *et al.*, 2005). Se puede representar las distribuciones mencionadas mediante un modelo log-lineal:

$$Y = \ln(T) = \mu + \sigma W$$

donde W es la distribución del error y T el tiempo de fallo expresado logarítmicamente. Si para T se elige una distribución log-normal, la función de rechazo es:

$$F(t) = \phi\left(\frac{\ln(t) - \mu}{\sigma}\right)$$

Donde  $\phi(\cdot)$  es la función de distribución acumulativa de la curva normal, mientras que  $\mu$  y  $\sigma$  son los parámetros del modelo de estadística de supervivencia.

A vista de todo lo mencionado anteriormente, se carece de investigaciones de ingeniería y tecnología de alimentos aplicadas a la gastronomía, se carece de información importante y sistematizada, como es el caso de la vida útil de un alimento gastronómico. Esto evidencia la necesidad de realizar investigaciones para determinar propiedades y características del alimento, así como el tipo de envasado para éste, siendo un valor agregado para un simple plato gastro-

nómico y así mismo aportar hacia una nueva línea de productos de origen gastronómicos. Siendo un producto el cual se pretende envasar en frascos de vidrio, sometido a proceso térmico de esterilización, se estima un tiempo de vida útil de dos años. Por lo tanto, este trabajo tiene por objetivo determinar el tiempo de vida útil sensorial de “ají de gallina” envasado en frascos de vidrio aplicando la estadística de supervivencia con pruebas aceleradas.

## 2. Materiales y métodos

### a. Población y muestra

Se utilizó una producción piloto de “Ají de gallina” en frascos de vidrio de 212 mL de capacidad, representativa de una producción industrial. El total de muestras de “ají de gallina” envasado fueron de 80 envases.

### b. Elaboración del producto

Para la elaboración del producto, se utilizó el diagrama de flujo que se muestra en la Figura 1. Para el tratamiento térmico, los parámetros de operación en esta etapa fueron calculados mediante una prueba de penetración de calor, utilizando una termocupla en el centro del frasco y una termocupla libre en una autoclave de laboratorio, con el fin de determinar el tiempo de proceso térmico adecuado, para luego esterilizar toda la producción piloto. Posteriormente el producto se mantuvo en cuarentena por un periodo de dos semanas, posteriormente se colocó los envases en 3 cámaras incubadoras durante 30 días a 3 distintas temperaturas de 30, 40 y 50 °C, retirando muestras cada 10 días, cada 7 días y cada 3 días respectivamente, para las evaluaciones correspondientes.

### c. Aceptabilidad general

Se aplicó una prueba sensorial hedónica con escala de 9 puntos para determinar el tenor de aceptación con la que inicia el producto sin ser sometido a tratamientos. Se reclutó a un panel no

entrenado conformado por 50 personas, comprendidas entre las edades de 15 y 50 años, con la frecuencia de consumo de “ají de gallina” de por lo menos una vez por semana. La degustación de las muestras se realizó entre las 3 y 6 p.m. en un ambiente retirado de ruidos y libre de olores extraños, con iluminación natural.

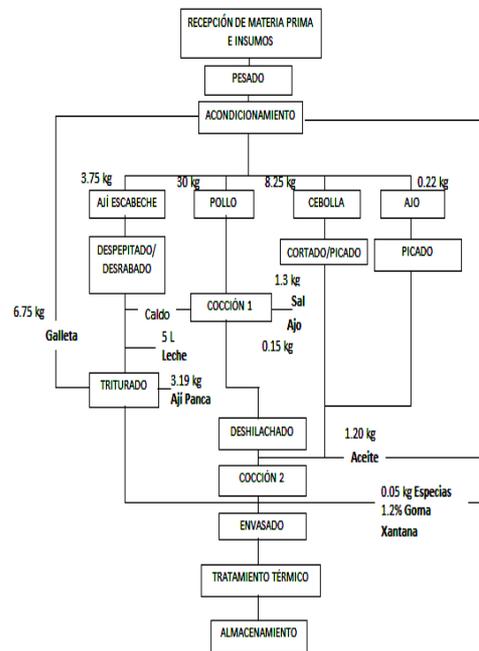


Figura 1. Diagrama de flujo de elaboración de “Ají de Gallina” envasado.

### d. Vida útil sensorial

Se aplicó una prueba sensorial para determinar el porcentaje de rechazo para cada tratamiento en el transcurso de los días, aplicando una cartilla de aceptación o rechazo a cada uno de los 50 panelistas reclutados. Las muestras fueron codificadas con 3 dígitos al azar y se sirvieron en platos descartables de plástico a temperatura ambiente. Se tabuló los datos para cada tratamiento en el transcurso de los días, colocando el símbolo “+” si el panelista acepta la muestra, y el símbolo “-” si el panelista rechaza la muestra.

### e. Análisis de datos

Se aplicó el método estadístico de supervivencia para evaluar los datos

obtenidos de la evaluación sensorial, utilizando el software R. Así mismo, se aplicó la prueba Chi Cuadrado para validar los resultados de análisis de supervivencia con pruebas aceleradas, utilizando el software R.

### 3. Resultados y discusión

Se calculó el tiempo de esterilización, utilizando el software VersaCalc 2.1 (Figura 2), obteniendo 23 minutos, por lo tanto, los parámetros de proceso térmico de esterilización fueron de 125 °C por 23 minutos. Como se puede observar los resultados de la Figura 2, a una temperatura de proceso (Tr) de 125,0 °C y a una temperatura inicial de producto (Tih) de 35 °C, el tiempo para asegurar la letalidad del proceso es igual a 41,96 minutos.

El valor  $F_0$  acumulado fue de 18,38 de acuerdo con Ranken (2003) para productos cárnicos no curados y otros alimentos el  $F_0$  debe ser mayor a 8, con el fin de controlar a microorganismos productores de alteraciones y que son más termorresistentes que el *Clostridium botulinum*; así mismo, Hayes (1987) recomienda un valor  $F_0$  de 10 para pasteles de carne envasados en distintos tamaños de envase; por lo tanto, el valor  $F_0$  acumulado supera los valores recomendados, garantizando la inocuidad del “Ají de Gallina” envasado.

Luego de la elaboración del producto, se evaluó la aceptabilidad inicial, obtenida en la prueba sensorial hedónica para los 50 consumidores, arrojando un valor promedio de 7, el cual indica que inicialmente el producto es aceptado. De acuerdo con Muñoz *et al.* (1992) se considera una puntuación de aceptabilidad de 6 en una escala hedónica de 9 puntos como el límite comercial o de calidad para productos alimenticios, por lo que el ají de gallina envasado inicia con una calidad aceptable.

Las Tablas 1, 2 y 3 representan los datos de censura obtenidos por el software R para cada temperatura de almacena-

miento durante el análisis sensorial de los 5 primeros panelistas.

Product :		VersaCalc : Version 2.1	
fh Value :	46.0	Corrected jh Value :	1.15
xbh Value :	13.3	f2 Value :	26.0
m+g Value :	100	fc Value :	46.0
F Lethality Reference Temperature :	121.1	F Lethality z-Value :	10.0
Ball Method Process Lethality F-Value :	10.0	Degrees :	Celsius
Tr	Tih	Process Time	Lethality
123.0	30.0	46.68	
124.0	30.0	44.49	
125.0	30.0	42.57	
123.0	35.0	46.06	
124.0	35.0	43.87	
125.0	35.0	41.96	
123.0	40.0	45.40	
124.0	40.0	43.22	
125.0	40.0	41.31	
123.0	45.0	44.70	
124.0	45.0	42.53	
125.0	45.0	40.63	
123.0	50.0	43.95	
124.0	50.0	41.79	
125.0	50.0	39.90	

**Figura 2.** Tiempo de proceso térmico obtenidos con el software VersaCalc.

De los 50 panelistas reclutados, el panelista número 3 rechazó la primera muestra sin tratamiento en el primer tiempo, no siendo considerado en los cálculos de vida útil sensorial.

**Tabla 1**

Resultados de la censura de los 5 primeros panelistas a 30 °C de almacenamiento

Consumidor	Tiempo inferior	Tiempo superior	Tipo de Censura	censcod
1	1	40	47	intervalo 3
2	2	40	47	intervalo 3
3	4	47	47	derecha 0
4	5	40	47	intervalo 3
5	6	40	47	intervalo 3

En el estudio de vida útil de yogurt realizado por Curia *et al.* (2005) cuatro sujetos presentaron este comportamiento de rechazar la muestra fresca, y sus resultados no fueron considerados en este estudio; así mismo, en un estudio de vida útil de aceite de girasol realizado por Ramírez *et al.* (2001), se encontró que 9 de 60 consumidores prefirieron la muestra almacenada al producto fresco, y sus resultados no fueron incluidos en los cálculos de fallo sensorial.

**Tabla 2**

Resultados de la censura de los 5 primeros panelistas a 40 °C de almacenamiento

Consumidor	Tiempo inferior	Tiempo superior	Tipo de Censura	censcod
1	1	35	intervalo	3
2	2	35	intervalo	3
3	4	35	intervalo	3
4	5	35	intervalo	3
5	6	28	intervalo	3

**Tabla 3**

Resultados de la censura de los 5 primeros panelistas a 50 °C de almacenamiento

Consumidor	Tiempo inferior	Tiempo superior	Tipo de Censura	censcod
1	1	33	intervalo	3
2	2	33	intervalo	3
3	4	21	intervalo	3
4	5	33	intervalo	3
5	6	33	intervalo	3

El rechazo sensorial no se observó inicialmente en los primeros días, sin embargo, aumentó considerablemente a partir de los días 47, 35, 36 a temperaturas de almacenamiento de 30, 40 y 50 °C, respectivamente, cuando 22, 19 y 28 panelistas rechazaron la muestra. Este resultado puede estar asociado al incremento de peróxidos en el producto, de acuerdo con Barreiro y Sandoval (2006) la rancidez se manifiesta por la presencia de peróxidos, aun cuando sensorialmente no sea detectable en las primeras etapas de la reacción, así mismo, el índice de peróxido aumenta al incrementar la potencia calorífica, reportado por Chávez (2010), por lo que este factor de deterioro se constituye como una de las principales causales que afectan las características sensoriales del ají de gallina envasado, provocando el rechazo general.

**Tabla 4**Parámetros  $\mu$  y  $\sigma$  para cada temperatura almacenamiento

Valor	Temperatura de almacenamiento (°C)					
	30		40		50	
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$
Límite Inferior (95%)	3,8566	0,1041	3,6905	0,1512	3,5785	0,0537
Estimado	3,9372	0,1593	3,6401	0,1123	3,6003	0,0692
Límite Superior (95%)	4,0179	0,2437	3,7409	0,2035	3,6222	0,0893

En la Tabla 4 se representan los parámetros del modelo, en este caso, los valores de  $\mu$  y  $\sigma$  resultantes para las temperaturas de 30, 40 y 50 °C, correspondiente a la distribución log-normal. Estos resultados son cercanos a los reportados por Curia *et al.* (2005) en su estudio de vida útil sensorial de yogurt utilizando estadística de supervivencia, así como los valores reportados por Gámbaro *et al.* (2006) en su estudio de vida útil de un alimento para bebé a base de manzana, obtenidos mediante el software R.

Utilizando los datos obtenidos en el análisis de supervivencia con el software R, se procedió a aplicar los resultados para las 3 temperaturas de almacenamiento, con el objetivo de determinar la Energía de Activación ( $E_A$ ).

En la Tabla 5 se muestran los resultados obtenidos del software R, donde el valor beta1 es igual a la relación  $E_A/R$ , siendo R la constante de los gases ideales (8,314 J/mol K). Si la  $E_A/R \pm 95\%$  de intervalo de confianza fue igual a  $1398,384 \pm 389,093$ , la Energía de Activación es igual a  $11,62616458 \pm 3,234$  kJ/mol. Este dato se encuentra fuera del rango de valores de energías de activación establecidos para productos agroalimentarios, que según el estudio de Ramallo *et al.* (2001) está comprendido entre 15 y 95 kJ/mol.

**Tabla 5**

Valores estimados con el software R para las 3 temperaturas de almacenamiento

Valor	beta0	sigma	beta1
1 Estimado	-0,7907	0,1839	1398,384
2 Límite Inferior	-2,0310	0,1571	1009,291
3 Límite Superior	0,4496	0,2152	1787,477

La prueba de Chi Cuadrado obtenido por el software R arrojó un porcentaje del nivel de significancia de  $2,54 \times 10^{-9}$ , comparando el modelo completo incluyendo la covarianza (inversa de la temperatura absoluta a predecir = 0,00341122) con el modelo reducido sin la covarianza, resultando ser altamente significativo, por lo tanto, se tiene que utilizar la covariable debido a que la temperatura influye en el tiempo de vida útil sensorial.

En la Tabla 6 se muestran los valores estimados de vida útil a 20 °C, con un intervalo de confianza de 95%, para cada porcentaje de rechazo.

**Tabla 6**

Porcentajes de rechazo, con sus intervalos de confianza, para 20 °C de almacenamiento

Porcentaje	Intervalo de Confianza Inferior (95%)	Estimado (días)	Intervalo de Confianza Superior (95%)	Error Medio
10	38,50	42,26	46,39	2,0101
25	43,12	47,25	51,77	2,2030
50	48,73	53,49	58,71	2,5448

Los percentiles calculados para estimar el tiempo de vida útil sensorial fueron de 10, 25 y 50%. Estos percentiles coinciden con lo reportado por Hough (2003) el cual recomienda 50% o mediana, si se está interesado en saber cuántos días se puede almacenar un alimento para que menos del 50% de los consumidores rechacen el producto; o bien, se usará el percentil del 25% si se quiere conocer la diferencia en días de almacenamiento, si sólo se permite que el 25% de los consumidores rechace el alimento al final de su vida útil.

Asimismo, Gacula *et al.* (2008) menciona que el nominal de vida útil de los productos alimenticios se determina por lo general en 50% la probabilidad de rechazo del producto.

De acuerdo a los resultados obtenidos, los tiempos de vida útil estimados a 20 °C con un intervalo de confianza de 95% son; para los porcentajes de rechazo de 10, 25 y 50%,  $42,26 \pm 3,76$ ;  $47,25 \pm 4,12$  y  $53,49 \pm 4,76$  días, respectivamente.

## 4. Conclusiones

El tiempo de vida útil sensorial del ají de gallina a 20 °C de almacenamiento, para porcentajes de rechazo de 10, 25 y 50%, fueron de  $42,26 \pm 3,76$ ;  $47,25 \pm 4,12$  y  $53,49 \pm 4,76$  días, respectivamente, con un intervalo de confianza de 95%.

La energía de activación utilizando tres temperaturas de almacenamiento fue de  $11,63 \pm 3,234$  kJ/mol, de este modo, la dependencia de la temperatura con la velocidad de reacción no es una causal de deterioro del producto, existiendo otras variables causantes del rechazo de los panelistas.

## Referencias

- Barreiro, J.; Sandoval, A. 2006. Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas. Editorial Equinoccio Caracas, Venezuela.
- Chávez, S. 2010. Efecto de la potencia y el tiempo de escaldado en horno microondas sobre la actividad de la polifenoloxidasas, características fisicoquímicas y sensoriales del puré refrigerado de palta (*Persea americana* Mill.) var. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Curia, A.; Aguerido, M.; Langohr, K.; Hough, G. 2005. Survival analysis applied to sensory shelf life of yogurts. *Journal of Food Sciences* 70: 442-445.
- Gacula, M.C.; Singh J.; Bi J. 2008. *Statistical Methods in Food and Consumer Research*. Academic Press Amsterdam, Netherlands.
- Gámbaro, A.; Ares G.; Giménez, A. 2006. Shelf life estimation of Apple-baby food. *Journal of sensory studies* 21: 101-111.
- Garitta, L.; Gómez, G.; Curia, A. 2005. Metodología de Estadística de Supervivencia. En: Hough G.; Fiszman S. 2005. Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos. Programa CYTED Valencia, España. 53-69.
- Hayes, G. 1987. *Manual de Datos para la Ingeniería de Alimentos*. Editorial Acirbia S.A Zaragoza, España.
- Hinostroza, G. 2007. Historia de la Gastronomía Peruana. Disponible en: [http://cocinatradicional.blogspot.com/2007/07/historia-de-la-gastronomia-peruana\\_23.html](http://cocinatradicional.blogspot.com/2007/07/historia-de-la-gastronomia-peruana_23.html)
- Hough, G. 2003. Survival analysis applied to sensory shelf life of foods. *Journal of Food Sciences* 68: 359-362.
- Hough, G.; Fiszman S. 2005. Estimación de la Vida Útil Sensorial de los Alimentos. Programa CYTED Madrid, España.
- Meeker, W.; Escobar, L. 1998. *Statistical methods for reliability data*. John Wiley & Sons New York, USA.
- Muñoz, A.; Cívile, V.; Carr, B. 1992. Sensory evaluation in quality control. Van Nostrand Reinhold New York, USA.
- Ramallo, L.; Pokolenko, J.; Balmaceda, G.; Schmalko, M. 2001. Moisture diffusivity, shrinkage, and apparent density variation during drying of leaves at high temperatures. *International Journal of Food Properties* 4: 163-170.

- Ramírez, G.; Hough G.; Contarini A. 2001. Influence of temperature and light exposure on sensory shelf-life of a commercial sunflower oil. *Journal of Food Quality* 24: 195-204.
- Ranken, M. 2003. *Manual de Industrias de la Carne*. Mundi-Prensa Barcelona, España.
- Restrepo, A.; Montoya, C. 2010 Implementación y diseño de procedimiento para determinación de vida útil de quesos frescos, chorizos frescos y aguas en bolsa. Tesis para optar el título de Tecnólogo Químico. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Silla, M. 2004. *Dieta mediterránea y alimentos funcionales: Seguridad alimentaria*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, España.