

**EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL SENSORIAL DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L) POR ANÁLISIS DE SUPERVIVENCIA**

**EVALUATION SENSORY SHELF LIFE OF POTATOES (*Solanum tuberosum*) FOR SURVIVAL ANALYSIS**

Edwin Macavilca Ticlayauri<sup>1</sup>

**RESUMEN**

El objetivo de este trabajo fue evaluar la vida útil sensorial de la papa fresca en condiciones similares a su comercialización en un ambiente a 18-20°C y 90-95 % HR. Las variedades escogidas fueron la Canchan y Yungay, las que fueron acondicionadas y almacenadas de manera escalonada en 9 lotes experimentales (2, 10, 16, 22, 27, 34, 40, 48 y 58 días) y evaluadas sensorialmente en una sola actitud de aceptar o rechazar al producto en función al tiempo de almacenamiento. Estos resultados se analizaron con el programa S-PLUS y MINITAB para el análisis de la estadística de supervivencia aplicada a la vida útil sensorial de alimentos. Se determinó que empleando el modelo paramétrico de Weibull el tiempo de vida para la papa Canchan fue de  $27,11 \pm 1,54$  días (95% intervalo de confianza), para contrastar este resultado se cortaron a las papas y se evaluó de la misma manera resultado un tiempo de vida útil de  $27,98 \pm 1,55$  días. Con respecto a la variedad mejorada Yungay se encontró que tiene una perecibilidad de 2 a 3 días ya que tiende a cambiar su color a verde a los primeros días de la semana de comercialización no permitiendo estimar su tiempo de vida según el intervalo de tiempo en la metodología planteada.

**Palabras clave:** *vida útil sensorial, papa, análisis de supervivencia.*

**ABSTRACT**

The objective of this work was to evaluate the shelf life sensory of fresh potatoes under the same condition in which they were marketed, potatoes were stored at 18-20 ° C and 90-95% RH. Selected varieties were the Canchan and Yungay, conditioning was so staggered, so obtained 9 experimental plots (2, 10, 16, 22, 27, 34, 40, 48 and 58 days) which were evaluated in a single sensory attitude of accepting or rejecting the product function the storage time. These results were analyzed with the program MINITAB and S-PLUS statistical survival applied to the sensory shelf life of food. It was determined that using the Weibull parametric model the sensory shelf life of the potato variety Canchan was  $27,11 \pm 1,54$  days (95% confidence intervals), to contrast this result to the potatoes were cut and evaluated in the same way resulting in a lifetime of  $27,98 \pm 1,55$  days. About the variety Yungay was found to have a perishability of 2 to 3 days as it tends to change its color to green the first day of the week not allowing marketing estimate its lifetime as the time interval in the proposed methodology.

**Keywords:** *Sensory shelf life, potato, survival analysis.*

<sup>1</sup> Docente Asociado. Facultad de Ciencias Agrarias e Industrias Alimentarias, Dpto. de Agronomía, Zootecnia e Industrias Alimentarias. Email: emacavilca@unjfsc.edu.pe

## INTRODUCCIÓN.

La papa constituye uno de los cultivos alimenticios básicos del mundo. En el Perú, es uno de los cultivos más importantes del sector agrario en términos económicos y sociales; se producen en promedio 3 millones de toneladas al año, se siembran alrededor de 270000 hectáreas anuales y casi 600000 familias dependen de su cultivo (Devaux et al, 2006), sin embargo también se reportan mermas en la producción debido a pérdidas post cosecha por mal oreo, inadecuado manejo y manipulación durante el transporte, almacenamiento y distribución, lo que conlleva a mermar la calidad y por consiguiente reducir su vida comercial o vida útil. La papa es un alimento biológico viviente, por lo tanto luego de su cosecha comienza a sufrir procesos de deterioro, con la consiguiente pérdida de calidad (Egusquiza, 2000).

En la calidad se reporta poco sobre estudios de estabilidad de las papas y si lo hay es relacionado con la calidad físico química y nutricional del producto y más no sobre la opinión del consumidor. Cuando hacemos referencia a la calidad desde el punto de vista del consumidor, su medida se hace menos tangible y cuantificable. El análisis sensorial se transforma, en este caso, en una herramienta de suma utilidad, dado que permite encontrar los atributos de valor importantes para los consumidores, que sería muy difícil de medir de otra manera (Hough y Garitta, 2004). Si durante el almacenamiento en un cierto tiempo, uno o más atributos de calidad de un alimento alcanzan un estado indeseable, en ese momento, el alimento es considerado inaceptable para el consumo y se dice que ha alcanzado el final de su vida útil.

Van Boekel (2009) y Steele (2004), sostienen que el tiempo de vida útil de un producto alimenticio está definido por el Instituto de Alimentos de los Estados Unidos (IFT) como; "Es el periodo de tiempo durante el cual el producto alimenticio seguirá siendo seguro; conserva sus características sensoriales, químicas, físicas y microbiológicas deseadas". Para Steele (2004), la American Heritage Dictionary of the English Language (AHD, 2000), da la siguiente definición de la vida útil; "El tiempo que un producto puede ser almacenado sin llegar a ser inadecuado para su uso o consumo." De acuerdo con esta definición, el objetivo típico de las pruebas de vida útil es determinar el tiempo que toma para las muestras del alimento en alcanzar un estado de falta de aptitud para el consumo.

La determinación de la vida útil de la mayoría de los alimentos se exponen en métodos indirectos y orientados al producto donde se predice el tiempo de vida en función de los cambios físicos, químicos, y bioquímicos como un parámetro de calidad (Van Boekel, 2009), mientras que los Métodos indirectos y orientados al consumidor se basa en la supervisión de los factores de calidad; físico, químico y/o microbiológico, en una situación que expone exactamente la condición verdadera del empaquetado, del almacenaje y de la distribución, la vida útil así determinado generalmente se le conoce como vida en anaquel y una de las técnicas de valoración es mediante pruebas sensoriales (vida útil sensorial) y puede estar apoyada por modelos estadísticos probabilísticos (Hough y Garitta, 2004).

De la perspectiva del consumidor, significa que los alimentos almacenados en diversos tiempos de almacenaje están ofrecidos al consumidor que entonces puede aceptar o rechaza el alimento (Hough y Garitta, 2004).

No está generalmente claro cuáles son las causa de la aceptación o del rechazo esto; da lugar a los modelos estocásticos que predicen la probabilidad de la aceptación/del rechazamiento en función de tiempo de almacenaje. En este sentido, la vida útil no es tanto una característica del alimento; depende algo de la interacción del producto y de su usuario. Este planteamiento se llama ingeniería de confiabilidad, y uno de los modelos estadísticos con frecuencia usados es el modelo de Weibull que se encuentra en los estudios de análisis de supervivencia (Curia et al. 2005).

En la vida útil sensorial de un alimento, esto aplica al tiempo transcurrido entre los dos sucesos siguientes: el tiempo transcurrido desde la comercialización del alimento y el tiempo que coincide con el rechazo del producto por parte de los consumidores.

De manera sencilla podríamos decir que conociendo la actitud del consumidor hacia el producto: SI o NO adquiriría este producto, podemos estimar la vida útil comercial del mismo. Para ello sólo se requiere disponer de muestras almacenadas a lo largo del tiempo y muestras recién obtenidas ó fabricadas de un mismo producto (Hough y Garitta, 2004).

Las repuestas de los consumidores sobre las muestras evaluadas permitirán obtener una matriz de datos capaz de proporcionarnos la información suficiente como para calcular el

porcentaje de rechazo de las mismas, considerando el tipo de censura en las repuestas y estimar así cuál es el tiempo máximo de almacenamiento permitido en esos productos para que no causen rechazo en el consumidor.

El análisis de supervivencia permite estudiar la variable "tiempo hasta que ocurre un evento" y su dependencia de otras posibles variables explicatorias. Esta técnica estadística es usada para estimar la vida útil de alimentos como frutas (Salvador, 2007) y derivados (Gambaro y Giménez, 2006), quesos (Hough, 2003; Novoa y López, 2008), pan, alfajor y yogurt (Curia et al. 2005), entre otros. Para la vida útil de un alimento, el primer suceso podría ser el tiempo transcurrido entre la comercialización de un alimento y el segundo, el rechazo del alimento por parte de los consumidores. Con los resultados obtenidos se logra obtener la función de supervivencia  $S(t)$ , que está definida como la probabilidad de que un individuo o suceso sobreviva después del tiempo  $t$ , o también puede ser utilizada la función de distribución o fallo  $F(t) = 1 - S(t)$ , que se define como la probabilidad de que un individuo falle antes del tiempo  $t$ . Con la finalidad de determinar la vida útil de los alimentos, interesa conocer el tiempo en el cual el consumidor rechaza el producto, se usa la función de rechazo  $F(t)$ , definida como la probabilidad de que un consumidor rechace un producto almacenado antes del tiempo  $t$ . Llevando la definición de la función de rechazo a la vida útil sensorial el individuo en estudio es el consumidor y no el producto (Hough y Garitta, 2004).

La distribución de Weibull para la función de rechazo está dada por:

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta} \quad (1)$$

Donde;

$F(t)$ : es la función de fallo o de rechazo de la distribución.

$t$ : tiempo (segundos, minutos, horas, días, meses, años, etc.)

$\alpha$  y  $\beta$ : son los parámetros del modelo.

La función de fallo podría definirse como la probabilidad de que un consumidor rechace un producto almacenado antes del tiempo  $t$ . El riesgo no estaría enfocado sobre el deterioro del producto, sino en el rechazo del consumidor

hacia el producto. La evaluación sensorial es la clave en esta técnica porque son los propios consumidores los que miden la vida útil del alimento, respondiendo al comportamiento cotidiano de aceptación o rechazo frente al producto almacenado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La materia prima utilizada en el presente trabajo son los tubérculos de papa exclusivamente de la variedad Canchan (costeño) por ser una de las más comercializadas en los mercados de la ciudad de Huacho y alrededores, también se trabajó inicialmente con la variedad Yungay pero su perecibilidad es de pocos días ya que tiende a cambiar su color a verde a los primeros días de la semana de comercialización.

Se acondicionó las papas frescas en cajas de tal manera que se asemeje a las condiciones de comercialización, estableciendo una temperatura de 20-25°C y una humedad relativa de 85-95%, el tiempo de almacenamiento fue según lo recomendado por Gambaro y Giménez (2006), mediante el método progresivo o escalonado obteniendo 9 lotes correspondiendo para los 2, 10, 16, 22, 27, 34, 40, 48 y 58 días, de esta forma se obtuvo en un mismo día todas las muestras con los diferentes grados de deterioro y en ese día se evaluaron sensorialmente.

### Evaluación Sensorial.

La evaluación sensorial se realizó teniendo como criterio de calidad a la actitud de adquirir el producto (papas) por parte de los posibles consumidores, para las pruebas se reclutaron 67 personas seleccionados entre el personal que trabaja o estudia en la UNJFSC, quienes realizaron pruebas de aceptación o rechazo de las muestras codificadas de papas almacenadas a diferentes tiempos, a cada uno de ellos se le entregó una ficha en la que se les solicitó que contestaran la pregunta: "¿Usted compraría estas papas para su consumo?" ¿Sí o No?.

Del mismo modo se mostró a los panelistas las mismas muestras de papas pero cortadas por la mitad para que así el posible consumidor evaluara las condiciones internas del producto y efectuara su juicio de aceptación o rechazo, pero esta vez en la ficha se les solicitó que contestaran la pregunta; "¿Aceptaría usted estas papas como aptas para su consumo?" ¿Sí o No?.

La presentación de las 9 muestras fue en forma monádica y el ordenamiento fue al azar (Hough y Garitta, 2004).

**Análisis estadístico de los resultados.**

Los datos obtenidos en primer lugar son analizados sobre la ocurrencia de la censura, puesto que los panelistas no pueden dar una respuesta para un tiempo exacto, en este estudio se determinó en su mayoría una “censura en un Intervalo”, es decir el consumidor rechaza el producto entre dos tiempos de almacenamiento dados.

Los datos en forma de un tipo de censura se analizaron con el software S-PLUS y MINITAB, del cual se dispone de dos funciones diferentes en que, por un lado, se estima la función de rechazo  $F(t)$  al maximizar la llamada función de verosimilitud. Con esto se logra estimar los parámetros y de la función de distribución de Weibull usada como el modelo paramétrico para la función de rechazo, es decir que valores deben de tener y para maximizar la verosimilitud en función de los datos experimentales, y por otro, con los parámetros calculados se puede construir la gráfica de rechazo o fallo  $F(t)$  el cual permitió estimar el porcentaje (percentil) de rechazo o tiempo de fallo (Hough y Garitta, 2004).

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados de los juicios de aceptación o rechazo de los 67 panelistas fueron típicos para una evaluación sensorial visual, luego de conocer cada resultado se va procesando los datos a fin de poder estimar las censuras, estos resultados indican que la mayoría de los juicios

emitidos son dentro de un intervalo que va desde los 2 días de cosecha hasta los 58 días de almacenamiento.

En la tabla 1 se muestra los resultados de los juicios emitidos de los primeros panelistas para su aceptación (SI) o rechazo (NO), también se presenta el resultado de la censura presentada en los rangos de las evaluaciones en la cual todos dan como que el rechazo se presenta dentro de un rango de intervalo.

Las respuestas correspondientes a la evaluación de las papas presentadas enteras muestran que los panelistas 1, 2, 3, 4 tienen un comportamiento que es de esperar en un estudio de vida útil; esto es: acepta las muestras hasta un cierto tiempo de almacenamiento y luego las rechaza de forma consistente, el panelista 5 fue bastante inconsistente: rechazan la muestra fresca con solo 2 días de almacenamiento, lo aceptan la de 16 y 22 días y así sin posibilidad de saber cómo podría ser la censura por lo que se decide no considerarlo, finalmente dos evaluaciones no son consideradas y se tiene 65 casos donde los panelistas dan sus respuestas válidas en la tabla 2 se expone en resumen la cantidad de rechazos.

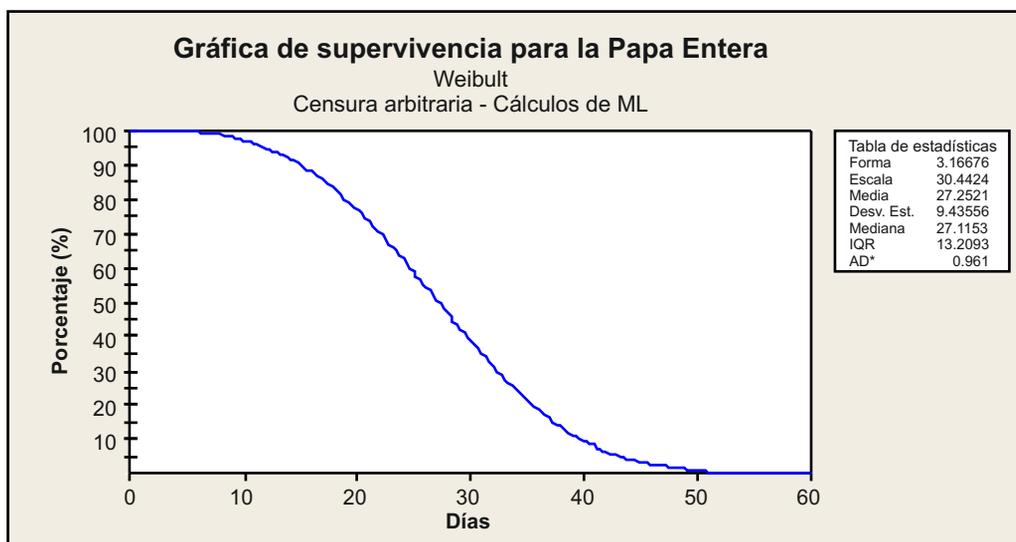
La figura 1 representa el gráfico obtenido por el programa MINITAB en donde se aprecia la curva de supervivencia, la figura 2 representan los gráficos adaptados del análisis estadístico de supervivencia realizado por el programa S-PLUS, para la función de aceptación y rechazo.

**Tabla 1.** Datos de aceptación o rechazo de los primeros 12 panelistas de un total de 67 en la evaluación de papa entera almacenada a diferentes días

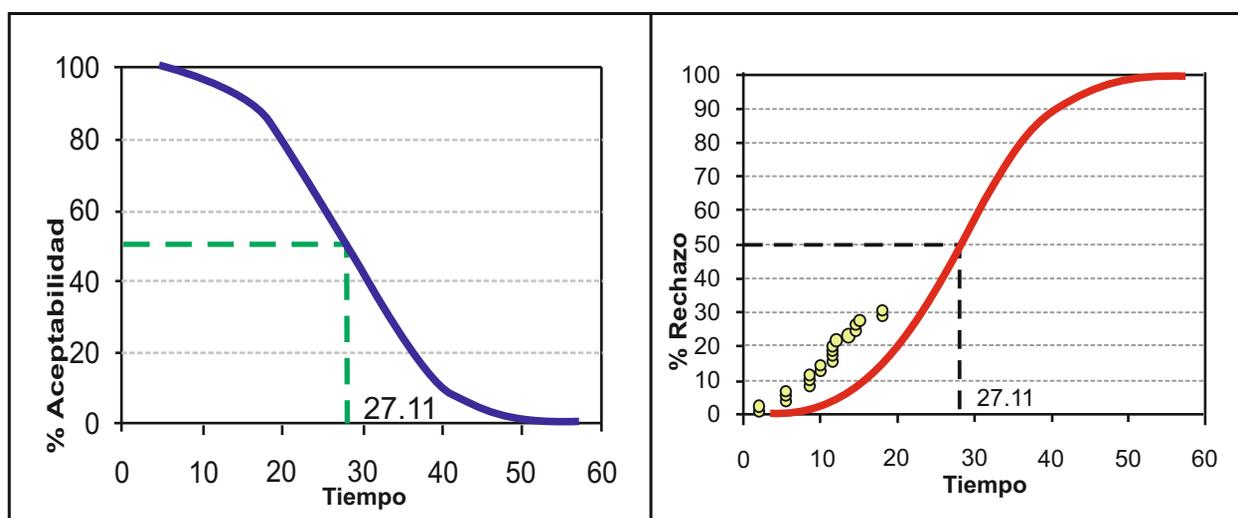
PANELISTA	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (DÍAS)									CENSURA
	2 Días	10 Días	16 Días	22 Días	27 Días	34 Días	40 Días	48 Días	58 Días	
1	SÍ	SÍ	NO	Intervalo 10 - 16						
2	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO	Intervalo 10 - 34
3	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	NO	Intervalo 27 - 34
4	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO	Intervalo 22 - 27
5	NO	NO	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	NO	No considerado
6	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	NO	Intervalo 2 - 34
7	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	Intervalo 34 - 40
8	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO	Intervalo 10 - 34
9	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO	Intervalo 10 - 27
10	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO	Intervalo 22 - 27
11	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	Intervalo 34 - 40
12	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO	Intervalo 10 - 34

**Tabla 2.** Porcentajes calculados de los rechazos obtenidos en la papa entera por parte de los consumidores.

TIEMPO (Días)	Cantidad de Rechazo	% de Rechazo
2	0	0
10	17	26,15
16	20	30,77
22	20	30,77
27	26	40,00
34	46	70,77
40	52	80,00
48	54	83,08
58	65	100,00



**Figura 1.** Función de Supervivencia para la papa entera durante el tiempo de almacenamiento.



**Figura 2.** Función de aceptación y de rechazo (fallo) para la papa entera

De los resultados expuestos se puede determinar que los parámetros del modelo son;

$$\alpha = 30.4424 \text{ (escala)}$$

$$\beta = 3.16676 \text{ (forma)}$$

Mediana: 27,115 ± 1,54 días

Por tanto la vida útil sensorial de la papa fresca entera con un intervalo de confianza de 95 % es de 27.11 ± 1.54 días indicada en la mediana, a lo que se refiere es saber cuántos días se puede almacenar a la papa para que menos del 50% de los panelistas rechacen el producto; es decir no es el periodo que dure la papa, sino es el tiempo en la cual el 50% de los panelistas no aceptan al producto y no lo comprarían para su consumo, en cambio para un percentil de 75% de aceptación o 25% de rechazo el valor sería de 20 días.

En la evaluación de las papas presentadas cortadas se obtuvo que el comportamiento de los 67 panelistas es el de esperar en un estudio de vida útil, pues todos aceptan inicialmente al producto y al final de las muestras lo rechazan porque ven que no es aceptable para sus expectativas. En la figura 3 se muestra la curva

de supervivencia para las muestras de papa cortada donde se obtiene que los parámetros del modelo son:

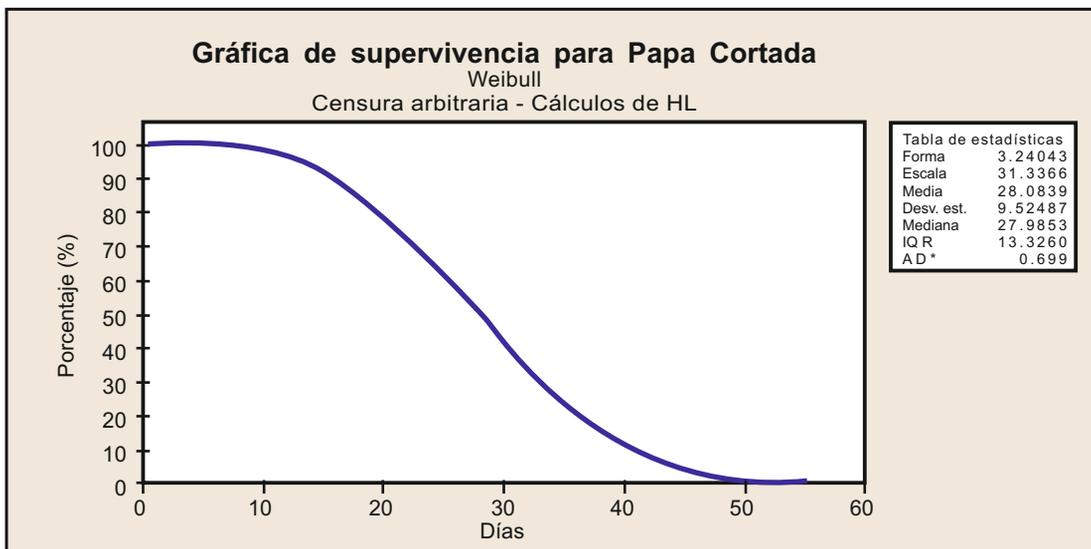
$$\alpha = 31,3366 \text{ (escala)}$$

$$\beta = 3,24043 \text{ (forma)}$$

Mediana: 27,985 ± 1,55 días

Por tanto la vida útil sensorial de la papa fresca cortada es de 27.98 ± 1.55 días (95% de intervalo de confianza), lo que indica que un 50% de los panelistas rechazan al producto; y para un percentil de 75% de aceptación o 25% de rechazo el valor sería de 20 días.

La comparación entre ambas muestras presentadas a los panelistas permite indicar que se corrobora lo obtenido en el primer caso de papas enteras, también indica que el producto tiene una relación de calidad tanto visual interior y exterior y que su vida útil sensorial de la papa es de 28 días, lo que es muy probable que los comerciantes venden la papa dentro de este rango de días y del mismo modo los consumidores compra la papa dentro de este mismo rango de días.



**Figura 3.** Función de supervivencia para la papa expuesta cortada evaluadas en diferentes tiempos de almacenamiento.

### CONCLUSIONES

Es posible determinar y predecir la vida útil sensorial de alimentos frescos como la papa variedad mejorada Canchan en donde su tiempo de vida es de 28 días tiempo en el cual más del 50% de los posibles consumidores rechazarían al producto. El modelo paramétrico de Weibull precisó de manera eficaz la curva de supervivencia en función al rechazo y aceptación de las muestras de papa expuestas a los panelistas. La papa se deteriora de manera gradual y pierde su calidad visual tanto interiormente como en el exterior.

### AGRADECIMIENTOS

A la Oficina Central de Investigación OFCI-UNJFSC, a las personas que participaron como panelistas y a la egresada en Ingeniería en Industrias Alimentarias; Cristina Díaz Chávez, quien desarrolló su tesis como parte de este trabajo de investigación.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Curia, A., AGuerrido, M., Langohr, K., and Hough, G. 2005. Survival analysis applied to sensory shelf life of yogurts. I: Argentine formulations. *Journal of Food Science* 70: S442–S445.
2. Devaux, A., Thiele, G., López, G. y Velasco, C. 2006. *Papa Andina: Innovación para el Desarrollo en los Andes*. Centro Internacional de la Papa-CIP, Lima, Perú. 79- pp.
3. Egusquiza A. 2000. *La papa, producción, transformación y comercialización*. Lima-Perú.
4. Gambaro A, Giménez, G. A. Shelf life estimation of apple-baby food. *Journal of* 2006; 21:101-111.
5. Hough, G., Langohr, K., Gómez, G., Curia, A. 2003. Survival analysis applied to sensory shelf-life of a comercial Ricotta cheese. *Journal Dairy Sciencie*, 82, 454-459.
6. Hough G., Garitta L.. 2004. *Vida útil sensorial definida por el consumidor. Estadística de Supervivencia. Énfasis Alimentación*. ISETA. Buenos Aires. Argentina. [www.iseta.edu.ar](http://www.iseta.edu.ar)
7. Novoa C. F., López N. C., 2008. Evaluación de la Vida Útil Sensorial del queso doble crema con dos niveles de grasa. *Revista Medica Veterinaria-Zootecnia* N 55:91-99. Universidad Nacional de Colombia. Colombia.
8. Salvador A., Varela P, Fiszman S., 2007. Consumer acceptability and shelf life of “Flor de invierno pears (*Pyrus communis* L.) under different storage conditions”. *Journal of sensory Studies*; 22(3):243-55.
9. Steeñe R. *Understanding and measuring the shelf-life of food*. CRC Press LLC. Boca Raton, FL. USA. 2004.
10. Van Boekel, Martinus A. J. S. *Kinetic modeling of reactions in foods*. CRC Press LLC. Boca Raton, FL. USA, 2009.