

ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE LAS HOJUELAS FRITAS DE PAPA DURANTE EL ALMACENAMIENTO AL MEDIO AMBIENTE.

Carolina Ramos V*, Gladys Tarazona*

RESUMEN

Se estudió la estabilidad de hojuelas fritas provenientes de cuatro cultivares de papa peruana comercial: Perricholi, Mariva, Tomasa y Revolución; empacadas en bolsas de polipropileno simple.

Las condiciones de almacenamiento al medio ambiente correspondieron a temperaturas promedio de 14.7°C y humedad relativa promedio de 90%, en la ciudad de Lima y para los meses de invierno (Junio, Julio y Agosto).

Las pruebas se realizaron basándose en la Ecuación Cinética Básica para predicción de pérdida de calidad, asumiendo reacciones de deterioro de cero y primer orden, y en función a la evaluación del índice de peróxido, corroborando por medio de pruebas sensoriales descriptivas.

El tiempo de vida promedio predicho para los cuatros cultivares estudiados fue en función al índice de peróxido de 62 y 118 días para ecuación de cero y primer orden respectivamente.

Las hojuelas fritas del cultivar Mariva presentaron la mejor performance sensorial hasta los 90 días de almacenamiento, no sucediendo así con los otros cultivares en estudio.

ABSTRACT

Fried chips stability from four cultivars of peruvians potatoes: Mariva, Tomasa, Perricholi y Revolucion; wich are packaged in polipropilene , were studied.

The enviroment storage conditions corresponded at temperature of 14.7°C and relative humidity of 90%, in average respectively , in the Lima City and winter months (June, July anf August).

*Docentes Facultad de Industrias Alimentarias

Tests were made on the basis of Basic Kinetic Equation to prediction loss quality. Were assumed zero and first order damaged equation conditions in function to testing peroxide index, and evaluated by sensorial tests.

Shelf life time average predicted for cultivars were in function to peroxide index 62 and 118 days for zero and first order equations respectively.

Mariva's fried chips had the best sensorial performance until 90 days of storage. The others cultivars had not as the same performance.

1. INTRODUCCIÓN.-

El Perú país originario de la papa cuenta con un gran número de cultivares genéticamente mejorados, los cuales no son aún enmarcados en un uso agroindustrial.

Las hojuelas fritas de papa (chips) en el Perú es una forma no tradicional de consumo con un gran mercado establecido, el cual exige un determinado tipo de papa con características adecuadas para la fritura. Ramos (1991), estudió cultivares peruanos con cualidades óptimas para fritura y de acuerdo a su caracterización físico-química, seleccionó a los cultivares Mariva y Tomasa como adecuados para elaboración en hojuelas fritas (chips); y a los cultivares Revolución y Perricholi para elaboración de tiras fritas (french fries).

Las hojuelas de papa frita son alimentos altamente energéticos producidos por la deshidratación de las hojuelas de papa fresca por el contacto directo con aceite caliente, donde el aceite absorbido contribuye al sabor y valor nutricional del producto. La grasa constituye el 35 - 50% del peso total de las hojuelas fritas, por lo tanto la calidad de grasas y aceites usadas en la industria de fritos debe tener estabilidad máxima pero a la vez puntos de fusión muy bajos a fin de reducir la sensación de grasa en la boca.

Cuando los aceites y grasas son calentados a altas temperaturas, como en el proceso de fritura, tres reacciones químicas ocurren simultáneamente: hidrólisis, polimeriza-

ción y oxidación, las cuales son responsables de la rancidez.

Las hojuelas fritas pueden ser empaçadas en tres formas de films: flexibles, semirígidos o rígidos. En nuestro medio el 80% de los chips se expenden envasadas en películas flexibles, dentro de las cuales las más usadas son el celofán y el polipropileno. En ellos se reconoce brillo e impermeabilidad, más no-rigidez suficiente en el transporte.

El estudio de estabilidad en productos fritos así como la evaluación del tiempo de vida útil, usa diversas pruebas en función a las pérdidas de calidad basadas en la ecuación cinética básica, según se presenta a continuación (Stone et al, 1985):

$$\frac{dA}{dT} = KA^n$$

Donde:

A = medida del factor de calidad

T = tiempo

K = constante la cual depende de la temperatura y la actividad de agua

n = orden de la reacción el cual define si la proporción depende sobre el total de A presente.

dA/dT = la proporción del cambio de A con el tiempo:

"A" (-) si el deterioro es pérdida de producto deseable.

"A" (+) si el deterioro es la generación de un producto indeseable.

La ecuación cinética básica sin mediciones verdaderas es utilizable asumiendo el factor exponente cero, llamándose Reacción de Orden Cero; lo cual implica que la proporción de pérdidas a temperatura y actividad de agua constante es la misma por día.

Labuza y Bergquist (1983) investigaron algunos modos de deterioro señalando que la oxidación de lípidos (desarrollo de rancidez) en snacks, siguen un modelo donde el factor exponencial es igual a cero. Por otro lado establecieron que la rancidez de aceites de ensaladas presenta un decrecimiento exponencial en función a su calidad ajustándose a una Reacción de Primer orden.

El consumo cada vez en aumento de hojuelas fritas de papa y otros snacks, crea la necesidad de estudiar el tiempo de vida útil de estos productos, y lleva a plantear los siguientes objetivos en esta investigación.

- 1) Estudiar la estabilidad de las hojuelas de papa frita (chips) durante su almacenamiento al medio ambiente.
- 2) Determinar el tiempo de vida estimada en función a la ecuación cinética básica de las hojuelas fritas de papa.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló en las instalaciones de la Planta Piloto y el Laboratorio Físico-Química de los Alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria - La Molina.

2.1 MATERIA PRIMA

- 2.1.1 Tubérculos de papa.- Se trabajó con cuatro cultivos de papa:
Mariva, Perricholi, Revolución y Tomasa Conde-

mayta; procedentes de la zona central de la sierra peruana: Huancayo - Junín (3000 a 4000 m.s.n.m).

2.1.2 Insumos.-

Aceite refinado de pepa de algodón
Sal yodada de cocina
Antioxidante : BHT
Sinergista: Ácido cítrico
Bolsas de polipropileno:
A= 0.01 m²
G= 9.69 g/m²

2.2 EQUIPOS Y REACTIVOS

Lavadora de Aspersión Experimental. Construida en UNALM-FIAL
Cortadora manual de hojuelas, con cuchillas graduables
Peladora de papas por abrasión. Modelo VP 14p
Freidora de papas Marca General Electric. Modelo HK-3
Selladora Electrico- Manual para bolsas plásticas. Marca Touch-H seal. Modelo M-300. Japan
Cuchillos de Acero inoxidable
Balanza digital con precisión + 0.1g y analítica con precisión + 0.0001g.
Ácido acético glacial
Cloroformo
Solución de yoduro de potasio saturado
Solución indicadora de almidón al 1%
Solución de tiosulfato de Sodio 0.1N

2.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS

2.3.1 Determinación del Índice de Peróxido.- Por medio del método Oficial AOAC (1984)
28.025 - 28.026

2.3.2. Análisis Sensorial.- Por medio del método de "Calificación por Puntos". Se evaluó los siguientes atributos: color, sabor, olor, crocantez y apariencia general. De acuerdo al IFT

(1981) este método se clasifica dentro de las Pruebas Analíticas y en el subgrupo de las Pruebas Descriptivas.

Estas características fueron evaluadas por medio de un panel de degustación semientrenado conformado por 10 personas de ambos sexos y en edad promedio de 24 años. A continuación se presenta la tarjeta de evaluación:

TARJETA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

NOMBRE :

EDAD:.....

FECHA:.....

INSTRUCCIONES:

Por favor antes de probar las muestras de papa frita siga la secuencia de cada atributo a calificar en orden establecido. Los atributos serán calificados de acuerdo a su opinión basándose en la siguiente escala de calificación:

MUY BUENO (5 PTOS) BUENO (4 PTOS) REGULAR (3 PTOS) MALO (2 PTOS) RECHAZADO (1 PTO)

ATRIBUTO/CLAVE	15	47	93	68
1.apariencia general	()	()	()	()
2 Color	()	()	()	()
3 Sabor	()	()	()	()
4 Aroma	()	()	()	()
5. crocantez	()	()	()	()

2.4 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

2.4.1 Procesamiento.- Los tubérculos de papa fueron cortados manualmente con un rebanador casero, obteniéndose hojuelas con un espesor de 2 mm. El almidón superficial de las hojuelas se eliminó por medio de un lavado y escurrido manual, evitando que se adhieran unas a otras. Se controlaron los parámetros de temperatura (193°C al inicio y 177°C al final) y tiempo promedio (4 minutos); la carga fue de 600 gramos por batch acorde con las especificaciones de la freidora experimental de papa. De acuerdo a las recomendaciones de Vitti (1982), se adicionó al medio de fritura una mezcla de aditivos: Antioxidante y sinérgista, BHT(E-321) 0.01% y ácido cítrico(E-330) 0.01% respectivamente. Las dosis utilizadas fueron las dadas por la Reglamentación Española técnico - sanitaria de los aceites vegetales comestibles (Madrid et al, 1997). La fritura se consideró concluida cuando el burbujeo del aceite cesó, indicando que se habría eliminado la cantidad de agua adecuada (Burton, 1966).

El drenado del aceite se realizó de forma manual,

al igual que el lavado con dosificaciones de 2% de cloruro de sodio con respecto al peso de hojuela frita y escurrida. Finalmente se empaco 75 gr. del producto en bolsa de polipropileno cuidando el sellado perfecto y exceso de aire dentro de la bolsa.

2.4.2 Almacenamiento de las hojuelas fritas.- Se llevó a cabo a fin de evaluar la evolución de las características químicas y sensoriales del producto; Así como determinar cuál es el período máximo de almacenamiento en condiciones ambientales. Las hojuelas fritas fueron almacenadas por espacio de tres meses (Junio, Julio y Agosto) bajo condiciones de temperatura y humedad relativa ambientales, el producto fue dispuesto en diferentes bodegas y centros de expendio, simulando todas y cada una de las formas como son exhibidas para su venta. La temperatura y humedad relativa en los meses en que se realizó la investigación fueron de 14.7°C y 90% respectivamente, datos obtenidos del Observatorio Meteorológico "Alexander von Humbolt" de la Universidad Nacional Agraria.

2.4.3 Controles.- Los controles de índice de peróxido se

realizaron cada 15 días y los sensoriales cada semana. La determinación del índice de peróxido permitió los resultados base para una predicción del tiempo de vida de las hojuelas fritas sobre la base de la ecuación cinética básica.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.-

Para la predicción del tiempo de vida de las hojuelas se usaron los valores experimentales cuantitativos de índice de peróxido de las muestras almacenadas. Las asunciones que se consideran para el desarrollo del modelo matemático son la temperatura y humedad relativa ambiental constantes, por lo que los valores de K (constante de la ecuación cinética) obtenidos están directamente ligados a estas condiciones.

Dado que las evaluaciones sensoriales arrojan valores subjetivos, no pueden ser estudiadas matemáticamente, pero nos aproximan a las preferencias del panel a través de la calificación durante todo el período de almacenamiento.

3.1 Índice de Peróxido.-

Técnicamente el mayor problema en pruebas de tiempo de vida está dado en la determinación del orden de la

reacción, ya que la reacción real de deterioro y el verdadero tiempo de vida de un producto están en función a parámetros determinados y dependen de factores como: condiciones iniciales de las materias primas, manejo en el procesamiento y posterior almacenamiento.

Asumiendo que la degradación reflejada en el índice de peróxido es una reacción de primer orden, la constante corresponderá a la velocidad de formación de peróxido.

Para una degradación de orden cero, sugerida por Stone y Sidel (1985), se ajusta el comportamiento de nuestros datos por regresión lineal, obteniendo la pendiente K como la constante de velocidad de formación de peróxido.

El Cuadro 1 presenta los valores de Índice de Peróxido determinados en los productos en estudio.

De acuerdo a las normas técnicas de INDECOPI (1986) y la Reglamentación Española técnico - sanitaria de los aceites vegetales comestibles. (Madrid et al, 1997) un valor peróxido de 10 m.e.q. de O₂ activo/ kilogramo es considerado como el valor máximo permisible en aceites refinados. La Figura 1 representa las curvas del índice

CUADRO 1. VARIACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDO (meqO₂/1000g) EN LAS HOJUELAS FRITAS DURANTE SU ALMACENAJE AL MEDIO AMBIENTE

CULTIVAR	0 días	15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días
MARIVA	0.9988	1.5686	2.4362	4.7882	9.7706	13.4104	14.0924
TOMASA	1.5666	2.0991	3.3242	5.9346	9.0570	13.1469	16.0987
PERRICHOLI	0.7553	1.3760	3.0090	6.6667	9.7207	12.3850	15.0732
REVOLUCIÓN	1.4507	2.2321	3.6196	6.2192	9.5231	12.4377	14.4455

ce de peróxido versus tiempo, se observa valores peróxido de 10 después de los 60 días de almacenamiento para los cuatro cultivares en estudio. Stone y Sidel (1985) definen al desarrollo de rancidez en "snacks" por oxidación de lípidos como una reacción de orden cero caracterizada por una proporción de pérdida de calidad constante, pudiendo existir tendencias hacia reacciones de primer orden para el caso de aceites tratados con refuerzos de antioxidantes.

Se observa en la Figura 1 curvas con tendencia a primer orden, lo que coincide con Stone y Sidel (1985) referente al uso de refuerzo de antioxidantes en este tipo de producto, recordando que la función de estos aditivos es evitar o reducir la intensidad de las reacciones de oxidación.

Por otro lado es necesario considerar que algunos antioxidantes en almacenamiento (por debajo de 12°C) sufren cambios químicos y que sus soluciones llegan incluso a cristalizar lo que ocasiona una reducción de su poder,

además también pueden oxidarse bajo las mismas condiciones que alteran a los lípidos: luz, alta temperatura y metales (Baduí, 1995).

Si bien es cierto que la determinación del índice de peróxido en el estudio de estabilidad de las grasas es fundamental, es necesario precisar que debido a que el valor peróxido está sujeto a reacciones secundarias de degradación, el método está limitado solo a las primeras etapas de la oxidación. La observación de la Figura 1 ilustra esta afirmación en los cuatro cultivares en estudio.

Los cálculos subsecuentes implican las estimaciones de los tiempos de vida, para lo cual el Cuadro 2 compara los valores hallados de K1 y K2 para reacciones de primer orden y orden cero respectivamente, obtenidos por regresión lineal (K2) y gráficamente en papel semilogarítmico (K1) (Figura 2). Los valores K representan en este modelo las constantes de velocidad de formación de peróxido por día.

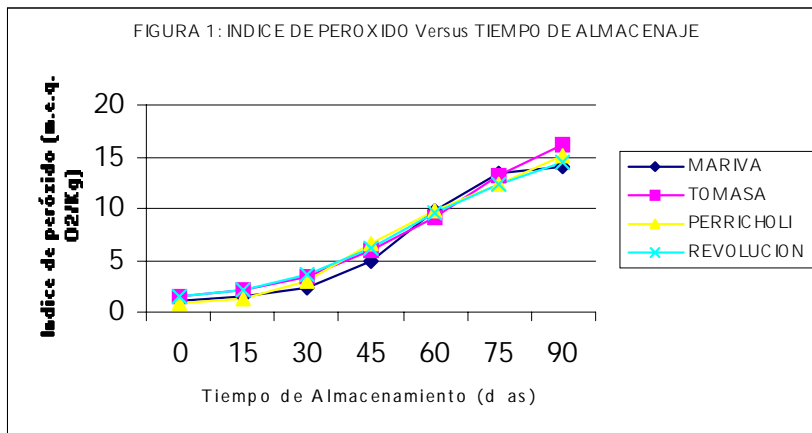
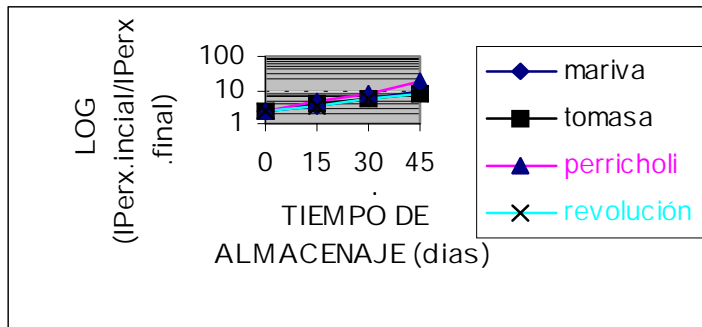


FIGURA 2: DETERMINACION DEL VALOR K EN FUNCION AL INDICE DE PEROXIDO



CUADRO 2. VALORES DE K (Índice peróxido/día) AJUSTADOS A ECUACIONES DE CERO Y PRIMER ORDEN.

CULTIVAR	K1	K2
MARIVA	0.01687	0.1673
TOMASA	0.01645	0.1701
PERRICHOLI	0.02437	0.1707
REVOLUCIÓN	0.01625	0.1622

K1 : Constante de velocidad de reacción obtenido gráficamente asumiendo una reacción de primer orden.

K2 : Constante de velocidad de reacción obtenido por regresión lineal asumiendo una reacción de orden cero.

Los tiempos de vida estimados en función al índice de peróxido se observan

en el Cuadro 3, verificando gran diferencia entre las ecuaciones de cero y primer orden.

CUADRO 3: TIEMPOS DE VIDA PREDICHOS PARA HOJUELAS FRITAS DE PAPA EN FUNCIÓN A VALORES DE ÍNDICE PERÓXIDO

CULTIVAR	Rx. Primer Orden	Rx Orden cero
MARIVA	136 días	65 días
TOMASA	113 días	61 días
PERRICHOLI	106 días	63 días
REVOLUCIÓN	119 días	63 días

3.2 Evaluación Sensorial.-

En el Cuadro 4 se resume los resultados de la evaluación sensorial para todos los atributos, realizados con frecuencia de cada 8 días. Las puntuaciones iniciales dadas por el panel favo recen a los cultivares Mariva y Tomasa, con performance de Bueno a Muy Bueno, sucediendo lo contrario con los cultivares Perricholi y Revolución que al inicio del almacenamiento ya son calificadas en un nivel de Regular, por lo cual estos cultivares no serían adecuados para su industrialización como hojuelas fritas (chips).

El atributo aroma se encuentra relacionado con el índice de peróxido, ya que en la oxidación de lípidos se da la formación de compuestos volátiles de olor des-

agradable. Las primeras etapas de oxidación de las grasas se caracterizan por la gran producción de peróxido no habiendo señales sensoriales de deterioro; los cuales posteriormente alcanzan una concentración máxima que después disminuyen debido a su descomposición generando compuestos altamente volátiles característicos de la rancidez oxidativa.

El panel determinó en la performance del atributo aroma, características de rancidez a los 24 días de almacenaje para el cultivar Revolución, 40 días en el cv. Perricholi, 48 días en el cv. Tomasa y 72 días en el cv. Mariva (Cuadro 4). Estos tiempos son comparables con los predichos por la ecuación cinética básica a partir del índice peróxido en una reacción de orden cero.

CUADRO 4. VARIACIÓN EN LA CALIFICACIÓN SENSORIAL EN HOJUELAS FRITAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO.

Día	MARIVA					TOMASA					PERRICHOLI					REVOLUCIÓN				
	AG	CO	AR	SA	CR	AG	CO	AR	SA	CR	AG	CO	AR	SA	CR	AG	CO	AR	SA	CR
0	4.4	4.9	4.3	4.7	4.7	4.9	4.7	4.8	4.8	4.8	3.1	2.8	3.0	3.4	3.5	3.0	3.4	3.0	4.2	4.7
8	4.5	4.8	4.0	4.5	4.4	4.5	4.9	4.6	4.5	4.4	3.1	3.0	3.0	3.2	3.4	3.1	3.5	3.1	3.7	3.7
16	4.4	4.8	3.8	4.3	4.2	4.1	4.7	4.0	4.2	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3	3.2	3.5	3.1	3.4	3.1
24	4.4	4.7	3.6	4.2	4.0	3.8	4.4	3.6	3.9	3.7	2.9	3.0	3.0	2.9	3.2	3.2	3.4	3.1	3.2	2.6
32	4.3	4.6	3.5	4.0	3.9	3.6	3.9	3.4	3.7	3.3	2.8	2.8	2.9	2.8	3.2	3.1	3.3	3.1	3.0	2.3
40	4.2	4.5	3.4	3.8	3.8	3.5	3.5	3.2	3.5	3.0	2.7	2.7	2.8	2.7	3.1	3.0	3.2	3.0	3.9	1.9
48	4.1	4.4	3.2	3.7	3.7	3.4	3.3	3.0	3.4	2.7	2.6	2.5	2.7	2.6	3.1	2.8	2.9	3.0	2.7	1.8
56	4.0	4.2	3.1	3.6	3.6	3.3	3.2	3.0	3.2	2.5	2.5	2.3	2.6	2.5	3.1	2.6	2.7	2.9	2.4	1.6
64	3.8	4.1	3.1	3.5	3.5	3.2	3.0	3.0	3.0	2.3	2.4	2.1	2.5	2.5	3.1	2.4	2.5	2.7	2.3	1.6
72	3.6	3.9	3.0	3.4	3.4	3.2	3.0	3.0	2.9	2.2	2.2	1.8	2.3	2.4	3.1	2.2	2.3	2.5	2.2	1.5
80	3.5	3.7	3.0	3.3	3.4	3.2	3.0	3.0	2.8	2.1	2.0	1.5	2.1	2.4	3.1	1.8	2.1	2.3	2.1	1.5
88	3.3	3.4	3.0	3.2	3.3	3.2	3.0	3.0	2.7	2.1	1.8	1.2	1.9	2.4	3.1	1.5	1.8	2.0	2.0	1.5

ESCALA DE CALIFICACION.-

MUY BUENO	5 ptos.
BUENO.....	4 ptos.
REGULAR.....	3 ptos.
MALO.....	2 ptos.
RECHAZADO.....	1 ptos.

LEYENDA.-

AG (Apariencia general)	CO (Color)
AR (Aroma)	SA (Sabor)
CR (Crocantez)	

4. CONCLUSIONES

- Las hojuelas fritas de papa presentan un deterioro basado en el desarrollo de la rancidez de las grasas, siguiendo un modelo donde la ecuación cinética básica presenta un factor exponencial igual cero.
- Los chips provenientes de los cultivares en estudio presentan este comportamiento en su deterioro en almacenamiento al medio ambiente.
- El análisis sensorial reporta a los cultivares Perricholi y Revolución como no adecuados para su industrialización como chips.
- Los tiempos de vida útil estimados por medio de la ecuación cinética básica de pérdida de calidad para las hojuelas fritas de papa en función al índice de

peróxido y asumiendo una reacción de deterioro de orden cero, fueron: cultivar Mariva 65 días, cultivar Tomasa 61 días, cultivar Perricholi 63 días y cultivar Revolución 63 días.

- El análisis sensorial indica, en función a la performance del aroma, niveles de aceptación para el cultivar Mariva de 72 días; cultivar Tomasa, 48 días; cultivar Perricholi, 40 días y cultivar Revolución, 24 días.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Asociacion of Official Agricultural Chemist. 1984. Official Methods of Analysis of AOAC. Publish of Association of Official by Analytical Chemist. Virginia USA.
- Badui, S.D. 1995. Química de Alimentos. Editorial Alhambra Mexicana . Mexico D.F. Mexico.

ESCALA DE CALIFICACION.-

MUY BUENO	5 ptos.
BUENO.....	4 ptos.
REGULAR.....	3 ptos.
MALO.....	2 ptos.
RECHAZADO.....	1 ptos.

LEYENDA.-

AG (Apariencia general)	CO (Color)
AR (Aroma)	SA (Sabor)
CR (Crocantez)	

4. CONCLUSIONES

- Las hojuelas fritas de papa presentan un deterioro basado en el desarrollo de la rancidez de las grasas, siguiendo un modelo donde la ecuación cinética básica presenta un factor exponencial igual cero.
- Los chips provenientes de los cultivares en estudio presentan este comportamiento en su deterioro en almacenamiento al medio ambiente.
- El análisis sensorial reporta a los cultivares Perricholi y Revolución como no adecuados para su industrialización como chips.
- Los tiempos de vida útil estimados por medio de la ecuación cinética básica de pérdida de calidad para las hojuelas fritas de papa en función al índice de

peróxido y asumiendo una reacción de deterioro de orden cero, fueron: cultivar Mariva 65 días, cultivar Tomasa 61 días, cultivar Perricholi 63 días y cultivar Revolución 63 días.

- El análisis sensorial indica, en función a la performance del aroma, niveles de aceptación para el cultivar Mariva de 72 días; cultivar Tomasa, 48 días; cultivar Perricholi, 40 días y cultivar Revolución, 24 días.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Association of Official Agricultural Chemist. 1984. Official Methods of Analysis of AOAC. Publish of Association of Official by Analytical Chemist. Virginia USA.
- Badui, S.D. 1995. Química de Alimentos. Editorial Alhambra Mexicana . Mexico D.F. Mexico.