



Estudio de envase y vida útil en pasta fresca libre de gluten a base de harinas de amaranto y topinambur

Sonia Albano*¹, Nora Comelli²

1. FICA-UNSL– San Luis, Campus Universitario. Ruta 55 ext norte 5730. Villa Mercedes. San Luis, Argentina.
2. FICA-UNSL-CONICET, INTEQUI CCT - CONICET – San Luis, Campus Universitario. Ruta 55 ext norte 5730. Villa Mercedes. San Luis, Argentina.

*E-mail: albano@email.unsl.edu.ar

PALABRAS CLAVES

Vida útil
Gluten
Nylon
Polipropileno

RESUMEN

Se estudió la vida útil de una pasta fresca sin gluten, rica en aminoácidos e inulina. Para ello se utilizaron dos tipos de envases: polipropileno de alta densidad y nylon de baja densidad. Las muestras, previamente envueltas en papel aluminio, se almacenaron refrigeradas hasta por 30 días, monitoreando semanalmente su humedad por gravimetría en estufa, actividad acuosa (aw) con un equipo Aqua Lab, textura (dureza, adhesividad, elasticidad y gomosidad) con un texturómetro. El análisis microbiológico se realizó por 21 días (hongos, levaduras, aerobios mesófilos, anaerobios sulfitos reductores y coliformes). Los resultados mostraron que la humedad se mantuvo estable en un 25% en ambos envases, y la actividad acuosa promedio fue de 0,9. No se detectaron anaerobios sulfitos reductores. Se observó un aumento en la dureza de la pasta, especialmente en el envase de polipropileno, lo que sugiere un resacamiento superficial. La elasticidad de la pasta disminuyó y la gomosidad aumentó en ambos envases con el tiempo. Se concluyó que el envase de polipropileno fue menos efectivo para retener la humedad. Debido al crecimiento de hongos y levaduras, se recomendó un período de almacenamiento corto, de 1 a 3 días, en refrigeración y utilizando el envase de nylon.

Study of packaging and shelf life of fresh gluten-free pasta based on amaranth and Jerusalem artichoke flours

KEYWORDS

Shelf life
Gluten
Nylon
Polypropylene

ABSTRACT

The shelf life of fresh gluten-free pasta rich in amino acids and inulin was studied. Two types of packaging were used: high-density polypropylene and low-density nylon. The samples, previously wrapped in aluminum foil, were stored refrigerated for up to 30 days. Their moisture content was monitored weekly by gravimetry in an oven, water activity (aw) was measured using an Aqua Lab device, and texture (hardness, stickiness, elasticity, and gumminess) was measured using a texturometer. Microbiological analysis was performed for 21 days (fungi, yeasts, mesophilic aerobes, sulfite-reducing anaerobes, and coliforms). The results showed that moisture content remained stable at 25% in both containers, and the average water activity was 0.9. No sulfite-reducing anaerobes were detected. An increase in the hardness of the pasta was observed, especially in the polypropylene container, suggesting surface drying. Elasticity of pasta decreased and gumminess increased in both containers over time. It was concluded that the polypropylene container was less effective at retaining moisture. Due to the growth of mold and yeast, a short storage period of 1 to 3 days was recommended, under refrigeration, using the nylon container.

1. Introducción

La caducidad natural de las pastas frescas presenta un reto, particularmente para una pasta libre de gluten, realizada con harinas no convencionales ricas en aminoácidos esenciales, inulina y compuestos fenólicos, con propiedades funcionales y antioxidantes. Es fundamental, por tanto, investigar envases que no solo impidan la alteración de su valor nutricional y resguarden su inocuidad, sino que también prolonguen sus características de calidad. Las causas de deterioro de los alimentos, se encuentran influenciadas por una serie de factores ambientales como lo son la temperatura, la humedad, las reacciones con el oxígeno, la luz y el tiempo. Se contempla la influencia de estos factores en la metodología de envasado y selección de los tipos de envases para este alimento. La harina de topinambur posee compuestos fenólicos, por lo que la pasta deberá resguardarse de la luz UV. Díaz, Andrea (2021). A demás la harina de amaranto posee un alto contenido de folatos (entre 52 y 70 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ de materia seca). Los tetrahidrofolatos también son sensibles a la oxidación, a la luz ultravioleta y al aumento de la temperatura, (Schoenlechner, R. et al. 2010; Sepúlveda, C. et al. 2019). Esta harina también posee ácidos grasos insaturados entre 6-10% y si bien una parte podría convertirse a isómeros trans debido al proceso térmico de popeado de la semilla de amaranto, la cantidad disponible en la pasta también puede ser oxidada por la radiación UV, (Ariza Ortega, J. A. et al. 2011).

Respecto de las alteraciones que podrían provenir de un deterioro microbiano, se puede reducir la carga inicial de coliformes pasteurizando las pastas frescas antes de envasarlas para prolongar los tiempos de conservación, Chigal, P. S. (2021). Otra opción es el secado de la pasta con ventilación forzada para distribuir uniformemente el aire caliente en toda la pasta y a temperaturas entre 40 a 65°C durante 15-30 minutos y disminuir así la cantidad de los microorganismos iniciales, Rojas, J. (2018).

El objetivo, por lo tanto, es prevenir el deterioro de la pasta asegurando su salubridad y conservando sus cualidades óptimas por el mayor lapso posible mediante el estudio de envase y vida útil..

2. Materiales y métodos

Elaboración de la pasta

Se elaboran pastas frescas tipo espagueti, a partir de harinas no convencionales de topinambur (HT), de amaranto (HA) y fécula de mandioca (FM). Como

medio líquido se utilizó huevo fresco, agua potable y chicle de mandioca (CH) para simular el gluten que no poseen esas harinas. No se utilizaron aditivos, ni conservantes.

La mezcla se amasa por aproximadamente 30 minutos, fue laminada y se cortada en espaguetis con 4mm de ancho y un espesor de 2 mm (Hernández, A. 2015; Chigal, P. S. 2021; Yalcin, S. et al. 2007; Larrosa, V. 2014). Luego se dejó secar a temperatura ambiente (25°C) durante 4 horas a una humedad ambiente relativa del 40 %.

Se ensayaron 13 formulas, a partir de premezclas libres de gluten de harinas estudiadas (HA y HT) y fécula de mandioca (FM) como principales ingredientes en diferentes proporciones entre sí, y se mantienen fijos los demás ingredientes húmedos, Chicle de mandioca (CH) y huevo. Se utiliza agua potable de red, un agua de dureza baja a media es considerada como la más adecuada para la elaboración de las pastas, (Fu B.X. 2008). La cantidad de agua utilizada varía según la premezcla y se ajusta a hasta lograr una masa homogénea y de buena consistencia. Se realiza un diseño experimental fundamentado en la combinación de cantidades variables de las tres harinas empleadas. Se eligió el diseño de experimentos de mezcla utilizando el paquete programa estadístico comercial Statgraphics Centurión XVI.II.

Los rangos establecidos para los componentes de las mezclas (según rango alto o bajo) se fijaron en % (sumando los tres componentes el 100% de la premezcla de harinas) como se indica:

HA: Harina de amaranto (30-40), HT: Harina de topinambur (10-20) y FM: Fécula de mandioca (49-50).

Las cantidades a utilizar de huevo y de chicle de mandioca se mantienen sin variaciones, 50% y 10% respectivamente, los cuales son adicionales al 100% de la mezcla de harinas. El tipo de diseño que se utilizó fue el de vértices extremos, aumentando el diseño, obteniendo 13 combinaciones entre los factores (tabla 1). Con la aplicación de este criterio quedaron seleccionadas tres formulaciones de premezclas F2, F 4 y F11, siendo F2 y F4 extremos en los porcentajes de los componentes, mientras que F11 posee un valor intermedio respecto de las anteriores (figuras 1 y 2). A estas tres fórmulas elegidas se ensayan los parámetros de calidad de la pasta para la selección de la pasta final. Estos fueron: tiempo óptimo de cocción (TOC), determinación de los parámetros de color con colorimetría, textura con un texturómetro y se someten a un análisis sensorial.

Tabla 1. Formulaciones obtenidas en el diseño experimental, donde las composiciones son expresadas en % en peso.

Formulación	Componentes		
	HA	HT	FM
1	40,000	11,000	49,00
2	40,000	10,000	50,00
3	31,000	20,000	49,00
4	30,000	20,000	50,00
5	37,625	13,125	49,25
6	37,625	12,625	49,75
7	33,125	17,625	49,25
8	32,625	17,625	49,75
9	40,000	10,500	49,5
10	35,500	15,500	49,00
11	35,000	15,000	50,00
12	30,500	20,000	49,50
13	35,250	15,250	49,50

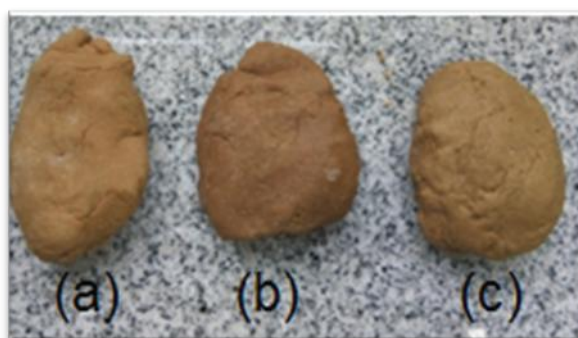


Figura 1. Masa para pasta de las fórmulas (a) F2, (b) F4 y (c) F11.



Figura 2. Tallarines frescos correspondientes a las fórmulas (a) F2, (b) F4 y (c) F11

La fórmula desarrollada y estudiada en los ensayos de envase y vida útil, corresponde a aquella que obtuvo mayor aceptabilidad general según el análisis sensorial realizado. Esta fórmula contiene 40 % HA, 10% de HT y 50 % FM (figura 3). Por consiguiente, se selecciona la fórmula F2 para los posteriores estudios de packaging y vida útil.



Figura 3. F2 Espagueti fresco

Envasado

Con el objetivo de determinar el tiempo de conservación en diferentes envases, se dispone de la pasta en diez muestras de 50 gr. Con el objetivo de resguardar la pasta de la radiación UV, fueron envueltas en papel aluminio como envase primario en contacto directo con la pasta, e inmediatamente luego se colocaron en envases plásticos secundarios. Se ensayaron dos tipos de empaques plásticos comerciales (figura 4). Estos empaques pasticos consisten en bolsas termo selladas de Nylon de baja densidad (70 μm) y en bolsas de polipropileno de alta densidad (18 μm), ambas se termosellaron inmediatamente, luego de introducir la muestra de pasta envuelta en aluminio (Pruna Tapia, D. B. 2020; Chigal, P. S. 2021). La pasta se refrigeró en heladera a temperatura de 8°C y humedad de 61 %.



Figura 4. Envases (a) nylon y (b) polipropileno.

Estudio de vida útil

Se estimó el tiempo de vida útil teniendo en cuenta las características de calidad e inocuidad del producto desarrollado que garanticen su aceptabilidad y perdurabilidad en el tiempo. Se siguió una frecuencia de muestreo que es la misma tanto a la pasta envasada en nylon como en polipropileno, para luego realizar los análisis fisicoquímicos, texturales y microbiológicos necesarios, que permitan identificar a lo largo del tiempo, en qué momento la pasta presenta un deterioro significativo, volviéndose inseguro o inaceptable para los consumidores. Los indicadores de deterioro de la vida útil de la pasta fueron: humedad, actividad acuosa, textura y análisis microbiológico, en el tiempo de corte de la vida útil.

Determinación de humedad

Los ensayos se realizaron de acuerdo al CAA (capítulo IX, artículo 720 - Res 305, 26.03.93) estableciendo

que el contenido de agua de las pastas frescas no deberá ser superior a 35% p/p. Los análisis se realizan por triplicado para cada envase con una frecuencia de muestreo de una vez por semana durante 30 días. Se lleva a cabo en estufa a 105°C por aprox. 12 hs. con una masa inicial de aproximadamente 2 gramos hasta lograr peso constante (figuras 5 y 6).

Determinación de actividad del agua

La actividad del agua se determinó mediante un equipo marca AquaLab modelo Pawkit. Los análisis se realizan por triplicado para cada envase con una frecuencia de muestreo de una vez por semana durante 30 días para una masa aproximada de 3 g., Cardona Serrate, F. (2019).



Figura 5. Horno para el secado de las muestras.



Figura 6. Muestras secadas en horno a peso constante.

Análisis microbiológico.

Según el CAA en el capítulo IX, artículo 720 - (Res 305, 26.03.93) se establece que las pastas frescas deberán mantenerse refrigeradas y expendirse dentro de las 48 horas y responder a las siguientes exigencias microbiológicas:

- *S. aureus coagulasa* positiva: menor de 103 UFC/g
- Salmonella: ausencia: en 25g.
- Hongos y levaduras: menor de 104 UFC/g

En este ensayo se analiza microbiológicamente a la pasta en la determinación de hongos y levaduras, como alteradores de la calidad y aerobios mesófilos, anaerobios sulfito reductores como patógenos, ya que una de las materias primas usadas es un tubérculo. Los sulfito-reductores son un grupo de especies del género *Clostridium*, (Cardona Serrate, F. 2019). Las muestras elaboradas y envasadas se mantuvieron refrigeradas a 8°C en heladera.

Los análisis microbiológicos se llevaron a cabo en ambos envases estudiados durante 21 días con una frecuencia de muestreo de una vez por semana. Para el análisis de aerobios mesófilos, se siguió el método horizontal para el recuento de microorganismos: Recuento de colonias a 30°C mediante la técnica de siembra en profundidad. Procedimiento según International Standard Organization ISO 4833-1:2013

Los análisis para hongos y levaduras siguen el procedimiento según International Standard Organization ISO 6611:2004. La técnica para la determinación de bacterias coliformes, se inocula por duplicado 0,1 g de pasta en tubos conteniendo caldo McConkey. Se evalúa como positivo cuando se observó turbidez y formación de gas (los resultados para ambas muestras del día 21 se evalúan como negativos porque se observó turbidez, pero no presencia de gas).

Para la realización de los análisis de anaerobios sulfito reductores, se sigue el Método Horizontal para el Recuento de bacterias sulfito reductoras que crecen en anaerobiosis (Procedimiento según International Standard Organization ISO 15213:2003).

Análisis de textura

Se realizaron análisis de perfil de textura (TPA) a la pasta fresca envasada y refrigerada una vez por semana durante 30 días. Estas determinaciones se realizaron por triplicado para cada envase. Este ensayo consiste en comprimir el alimento en dos veces consecutivas sin llegar a romperlo, simulando dos mordidas, mediante una deformación del 50 % respecto de la altura inicial de la pasta y así registrar la curva de la fuerza empleada en función del

tiempo, o la distancia, ya que se suele comprimir a velocidad constante (0,5 mm/s). (Martínez et al., 2007; Battle et al 2018).

El perfil de textura (TPA), se realizó utilizando el texturómetro BROOKFIELD TEXTURE PRO CT con una sonda denominada Knife, la cual simula el diente. Para las mediciones se utilizaron 3 tiras de fideos frescos de 40 mm de largo, 20 mm de ancho y 2mm de espesor (figura 7), Limroongreungrat, K., & Huang, Y. W. (2007).



Figura 7. Preparación de la muestra para determinación del TPA.

En este estudio se evalúan los parámetros: dureza, adhesividad, elasticidad, gomosidad y cohesividad de la formula en estudio.

La fuerza máxima que realiza la sonda durante la primera compresión corresponde a la dureza. La adhesividad es el trabajo necesario para separar la sonda de la muestra y corresponde al área de fuerza negativa después de la primera compresión. La elasticidad es la distancia a la que una muestra deformada vuelve a su estado de no deformidad después de que se retire la fuerza de deformación de la segunda compresión. La cohesividad relaciona el área bajo el segundo pico al área bajo el primer pico, (Limroongreungrat, K. et al. 2007; Martínez et al., 2007).

1. Resultados y Discusión

Los resultados de porcentaje de humedad se muestran en la tabla 2 donde se indica cada determinación realizada como promedio de los resultados triplicados obtenidos semanalmente durante 30 días. Los resultados sugieren que la cantidad de humedad que retiene la pasta puede asociarse a la inulina presente, la cual permite retener gran contenido de agua en la estructura del alimento, según Díaz, Andrea (2021). Puede verse que el contenido de humedad para la pasta almacenada varía ligeramente tanto en envase de nylon como de polipropileno. A la semana 4, la pasta

envasada en ambos envases tiende a una humedad promedio del 25%, valor que se encuentra dentro de los parámetros establecidos por el CAA para pastas frescas. Con respecto a la actividad de agua, según los resultados obtenidos en la tabla 3, puede observarse una ligera disminución de la misma en ambos envases a medida que transcurren los días de almacenamiento. La actividad del agua promedio de la pasta almacenada es de 0.9, similar a la encontrada en otros trabajos donde se desarrollan pastas frescas alternativas, (Limroongreungrat, K., et al. 2007). En las siguientes tablas se muestran los resultados de los análisis microbiológicos realizados.

Tabla 2. Resultados de los porcentajes de humedad en la pasta refrigerada en polipropileno y nylon.

% Humedad	1er determinación	2da determinación	3er determinación	4ta determinación	5ta determinación
Polipropileno	26,637 % H	19,534 % H	17,506 % H	25,12 %H	25,65 %H
Nylon	26,637 % H	26,825 % H	23,879 % H	26,708%H	25,425%H

Tabla 3. Resultados de la actividad de agua (aw) para la pasta en nylon y polipropileno.

	1er determinación	2da determinación	3er determinación	4ta determinación	5ta determinación
aw polip	0,92	0,85	0,90	0,89	0,86
aw nylon	0,92	0,91	0,91	0,90	0,88

Tabla 4. Aerobios mesófilos

Día	Envase	Ufc/g
0	Nylon	66.200
	Polipropileno	65.400
7	Nylon	935.000
	Polipropileno	120.000
14	Nylon	1,56x10 ⁶
	Polipropileno	8,82x10 ⁵
21	Nylon	3,84x10 ⁷
	Polipropileno	2,18x10 ⁷

Tabla 5. Hongos y levaduras

Día	Envase	Ufc/g
0	Nylon	970
	Polipropileno	1.200
7	Nylon	41.500
	Polipropileno	30.000
14	Nylon	7,28x10 ⁵
	Polipropileno	1,28x10 ⁵
21	Nylon	2,78x10 ⁵
	Polipropileno	2,38x10 ⁵

Tabla 6. Hongos y levaduras

Día	Envase	Resultado
0	Nylon	presencia en 0,1 g
	Polipropileno	presencia en 0,1 g
7	Nylon	presencia en 0,1 g
	Polipropileno	presencia en 0,1 g
14	Nylon	presencia en 0,1 g
	Polipropileno	presencia en 0,1 g
21	Nylon	ausencia en 0,1 g
	Polipropileno	ausencia en 0,1 g

Tabla 7. Anaerobios sulfito reductores

Día	Envase	Resultado
0	Nylon	ausencia en 0,1 g
	Polipropileno	ausencia en 0,1 g
7	Nylon	ausencia en 0,1 g
	Polipropileno	ausencia en 0,1 g
14	Nylon	ausencia en 0,1 g
	Polipropileno	ausencia en 0,1 g
21	Nylon	ausencia en 0,1 g
	Polipropileno	ausencia en 0,1 g

En la tabla 4 se observa un aumento de los aerobios mesófilos a medida que transcurren los días, lo cual puede asociarse al origen de la materia prima como es el caso de los tubérculos de topinambur que provienen del subsuelo o malas condiciones de almacenamiento de las semillas de amaranto.

Los aerobios mesófilos son indicadores de la inocuidad del alimento, haciendo referencia a la materia prima utilizada, la manipulación y procesamiento, así como también el almacenamiento del producto, (Cardona Serrate, F. 2019; Karel, M. 1976).

Otros factores que podrían influir en este desarrollo microbiano se asociarían a la estabilidad de la actividad acuosa, debido a los empaques utilizados que son impermeables a la humedad y además fueron herméticamente sellados.

De manera similar, se puede deducir que el desarrollo de hongos y levaduras observado en la tabla 5, se relaciona a la actividad del agua de la pasta determinada al día 30, de aproximadamente 0,9 (tabla 3). Esto es debido a que la mayoría de mohos y levaduras comienzan su desarrollo a una aw de 0,7, (Cardona Serrate, F. 2019; Karel, M. 1976; Josefina, C. et al. 2014).

Para que las levaduras se desarrollen se necesita de una humedad de 20% o más y los mohos necesitan humedades entre 13 y 16%. En este caso la pasta tiene una humedad inicial de 25%, que si bien esta dentro de los parámetros establecidos en el CAA para pastas frescas, favorece el desarrollo de estos microorganismos. Debido a las características que poseen los anaerobios sulfito reductores se suelen usar como indicadores de la calidad higiénica del agua y de los alimentos. Los resultados obtenidos en la tabla 7, indican la ausencia de microorganismos

esporulados bacilos gram positivos del género *Clostridium*; (Josefina, C. et al. 2014).

Hay que contemplar que en esta pasta no se han utilizado conservantes más allá de los propios y naturales del mismo alimento.

El huevo, debido a la lisozima tiene actividad lítica frente a las paredes de las bacterias Gram positivas, así mismo contiene fosvitina la cual unida a iones metálicos le confiere propiedades antibacterianas, sin embargo, puede ocurrir a que luego de la cocción de la pasta se inactive o desnaturalice la misma, Carrillo, W. (2013).

Es posible reducir la carga microbiana inicial de la materia prima a utilizar en la formulación irradiando a las harinas con radiación gamma para esterilizar. Palomino Heredia, P. P. (2010).

En el análisis de textura se observa tanto en la tabla 8 como en las figuras 8 y 9, que la carga del primer pico correspondiente al primer día de elaboración de la pasta, indica una dureza menor que en las sucesivas semanas de almacenamiento, tanto en la pasta envasada en polipropileno como en nylon.

Sin embargo, con el tiempo la dureza de la muestra almacenada en polipropileno se eleva y se mantiene en este valor elevado desde la primera semana de almacenamiento en adelante. La muestra almacenada en el envase de Nylon parece ir aumentando gradualmente alcanzando un valor mucho menor que para la pasta envasada en polipropileno a la tercera semana. Esta dureza elevada y mantenida en el tiempo para la pasta almacenada en polipropileno se relacionaría a un "resecamiento superficial", manteniendo o reteniendo la humedad en el centro de la misma, (Gonzalez, J. J. et al. 2000) (figura 10)

Tabla 8. Parámetros evaluados de la pasta fresca durante el ensayo TPA.

Almacenamiento	Envase	Dureza (N)	Adhesividad (mJ)	Cohesividad	Elasticidad (mm)	Gomosidad (N)
Día 1		5,673	0,013	0,506	3,28	2,753
Semana 1	Polipropileno	16,34	0,016	0,223	0,25	4,706
	Nylon	9,79	0,013	0,3	0,226	1,956
Semana 2	Polipropileno	16,07	0,02	0,28	0,92	4,656
	Nylon	8,716	0,006	0,526	1,196	3,49
Semana 3	Polipropileno	16,683	0,03	0,493	0,916	7,84
	Nylon	15,52	0,026	0,236	1,74	3,716
Semana 4	Polipropileno	18,573	0,02	0,26	2,75	4,226
	Nylon	9,46	0,013	0,496	0,956	5,113

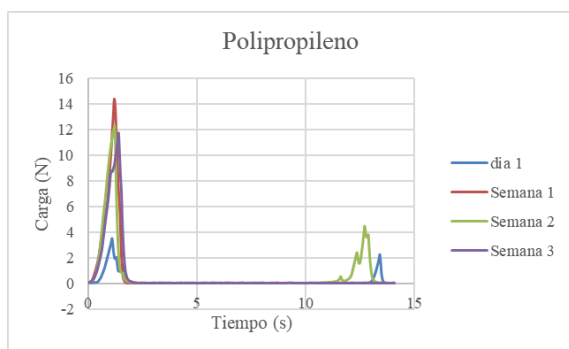


Figura 8. TPA pasta envasada en Polipropileno durante 3 semanas

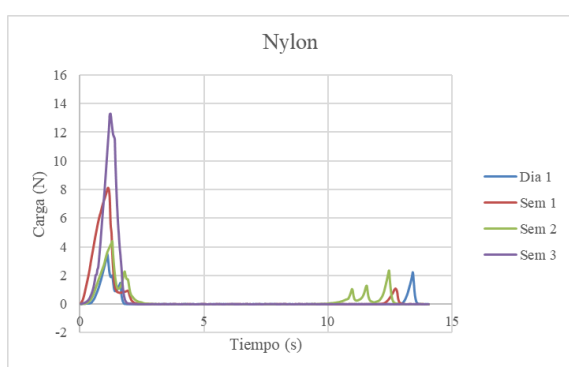


Figura 9. TPA pasta envasada en nylon durante 3 semanas

La adhesividad es un parámetro que parece mantenerse durante el almacenamiento en ambos envases estudiados, mientras que la elasticidad es un parámetro que va disminuyendo con el tiempo de almacenamiento con respecto al día 1 de envasado, inversamente ocurre con la gomosidad.

Las pastas frescas almacenadas que contienen almidón gelatinizado tienden a producir una retrogradación de la amilopectina, (Mariotti, M., et. al 2011).

Esta pasta fresca almacenada está preparada con una harina tratada térmicamente (HA), por lo tanto, el almidón de la pasta se encuentra en parte gelatinizado, además del almidón gelatinizado del chuño que también forma parte de la fórmula.

Durante este proceso las moléculas de amilopectina se reagrupan dependiendo de la afinidad de los grupos hidroxilo sobre cadenas adyacentes, Pomeranz, Y. (1985).

Esto se traduce en un aumento de la rigidez en la pasta produciendo un exudado por sinéresis.

La retrogradación del almidón depende de varios factores tales como las condiciones de almacenamiento (tiempo y temperatura de

refrigeración) que influyen sobre la velocidad en que este proceso de sinéresis se lleva a cabo, (Iturriaga, L. B. 2001; Mariotti, et al. 2011).



Figura 10. Aspecto de la pasta envasada y refrigerada luego de tres semanas.

En el caso de esta pasta no se evidenciaron cambios en su contenido de humedad durante el tiempo de almacenamiento refrigerado en nylon por lo tanto no se manifiesta el proceso de sinéresis. Sin embargo, en la pasta almacenada en polipropileno hubo una disminución de la humedad en la semana 2 y 3, que podría deberse a una cierta permeabilidad del envase, volviendo finalmente a su valor inicial de humedad debido a una redistribución y retención del agua dentro del alimento por la presencia de fibra (Nilusha R., et. al 2019).

Esta variación en la humedad de la pasta envasada en polipropileno se correlaciona con valores más altos de dureza en la pasta almacenada y refrigerada en este envase.

2. Conclusiones

Debido a que la humedad de la pasta es uno de los criterios clave para la seguridad debido a que propicia el desarrollo de microorganismos, es conveniente optar por el nylon en este aspecto. La actividad de agua de la pasta disminuye levemente con los días de almacenamiento en ambos envases, aunque es elevada, lo que hace que sea más susceptible al desarrollo microbiano permitiendo así el crecimiento de bacterias. Con respecto a la humedad, si bien los valores se mantuvieron ligeramente estables y aceptables para pastas frescas, analizando los resultados puede verse que el envase polipropileno es un poco más inestable para mantener este parámetro. Esto puede deberse a que el polipropileno tiene mayor permeabilidad, lo cual también coincide con el aumento de dureza que se observa en la pasta almacenada en este envase. Por

otro lado, así como no es deseable un aumento en la gomosidad, tampoco es deseable una disminución de la elasticidad. Por lo analizado anteriormente se recomienda un período de almacenamiento corto de 1 a 3 días de refrigeración en envase de nylon, lo cual permite asegurar las condiciones de inocuidad, como sus propiedades nutricionales y de calidad.

3. Agradecimientos

A la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de San Luis, donde pudo desarrollarse este trabajo de investigación. A la Universidad Nacional de Cuyo por considerar este trabajo y brindarnos la posibilidad de su difusión.

4. Referencias

- Alvarez Murillo, M. J. (2010). Aplicación de la tecnología de fritura para la obtención de chips de oca (*Oxalis tuberosa*, Mol) a diferentes temperaturas y tiempos, utilizando dos empaques a dos condiciones de almacenamiento.
- Ariza Ortega, J. A., Flores Gonzalez, M., & Coyoti Huerta, J. (2011) Análisis de los ácidos grasos en la semilla de amaranto tostada. *La Alimentación Latinoamericana* N°292. 47-49.
- Batlle, T., Zaniolo, S. M., Leporati, J., Malka, M. T., Bochetto, A. N., & Bomben, R. M. (2018). Influencia de las variables de secado en la calidad nutricional de bocaditos salados a base de amaranto. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 9(1), 1-9.
- Cardona Serrate, F. (2019). Actividad del agua en alimentos: concepto, medida y aplicaciones.
- Carrillo, W. (2013). Lisoizima: Actividad antibacteriana y alergenidad. *Actualización en Nutrición*, 14(4), 314 - 326.
- Chigal, P. S. (2021). Parámetros fisicoquímicos, texturales y sensoriales de pastas a base de fécula de mandioca.
- Díaz, Andrea. Raíces no tradicionales como fuente de ingredientes para el desarrollo de alimentos funcionales. 2021. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata.
- Fu B.X. (2008). Asian noodles: History, classification, raw materials, and processing. *Food Research International*, 41: 888-902.
- Gonzalez, J. J., McCarthy, K. L., & McCarthy, M. J. (2000). Textural and structural changes in lasagna after cooking. *Journal of texture studies*, 31(1), 93-108.
- Hernández, A. (2015). Estudio del comportamiento reológico de pasta enriquecida en fibra dietética y con incorporación de hidrocoloides (Tesis de grado). Universidad Politécnica de Valencia. España.
- Josefina, C., & Nancy, P. (2014). Análisis Microbiológico de los Alimentos, Metodología Analítica Oficial, Microorganismos Indicadores.
- Karel, M. (1976). Water activity and food preservation. *Principles of food science*.
- Larrosa, V. (2014). Efectos de los hidrocoloides en las características fisicoquímicas y reológicas de pastas libres de gluten aptas para individuos celíacos (Tesis doctoral). Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Limroongreungrat, K., & Huang, Y. W. (2007). Pasta products made from sweetpotato fortified with soy protein. *LWT-Food Science and Technology*, 40(2), 200-206.
- Martinez, Cristina S, Ribotta Pablo D, León AE, M Cristina Añón (2007). Physical, sensory and chemical evaluation of cooked spaghetti. *Journal of Texture Studies*, 38(6):666-683.
- Nilusha RAT, Jayasinghe JMJK, Perera ODAN, Perera PIP. Development of Pasta Products with Nonconventional Ingredients and Their Effect on Selected Quality Characteristics: A Brief Overview. *Int J Food Sci*. 2019 Nov 27;2019:6750726. doi: 10.1155/2019/6750726. PMID: 31886166; PMCID: PMC6925700.
- Palomino Heredia, P. P. (2010). Aseguramiento de la inocuidad de la harina de maca con radiación gamma.
- Pruna Tapia, D. B. (2020). Determinación de los compuestos bioactivos y tiempo de vida útil de un spaghetti elaborado a partir de cultivos andinos y residuos agroindustriales (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Ingeniería en Alimentos).
- Rojas, J. (2018) Análisis microbiológicos de pastas de sémola de trigo de marca libre. Retrieved from: <https://hdl.handle.net/20.500.12371/15065>.
- Schoenlechner, R., Drausinger, J., Ottenschlaeger, V., Jurackova, K., & Berghofer, E. (2010). Functional properties of gluten-free pasta produced from amaranth, quinoa and buckwheat. *Plant foods for human nutrition*, 65, 339-349.
- Sepúlveda, C., & Zapata, J. (2019). Efecto de la

Temperatura, el pH y el Contenido en Sólidos sobre los Compuestos Fenólicos y la Actividad Antioxidante del Extracto de Bixa orellana L. Información tecnológica, 30(5), 57-65

Vedia-Quispe, Víctor Samir, Gurak, Poliana Deyse, Espinoza, Sandra Karin, & Ruano-Ortiz, Juan Antonio. (2016). Calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial de tallarines producidos con sustitución parcial de sémola de trigo por harina de amaranto. Revista Española de Nutrición Humana y Dietética, 20(3), 190-197. <https://dx.doi.org/10.14306/renhyd.20.3.215>

Yalcin, S., & Basman., A. (2007). Quality characteristics of corn noodles containing gelatinized starch, transglutaminase and gum. Journal of Food Quality, 31, 465–479.