

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDO DEL AJO FRITO DURANTE EL ALMACENAMIENTO

## EVALUATION OF PEROXIDE VALUE ON FRIED GARLIC DURING STORAGE

Patricia Prati<sup>1</sup>, Ana Maria Rauen de Oliveira Miguel<sup>2</sup>, Ercilia Aparecida Henriques<sup>2</sup>, Celina Maria Henrique<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Polo Centro Sul, Departamento de Descentralização do Desenvolvimento, APTA/SAA, CP 28, Piracicaba – SP, CEP 13400-970 - Brasil

<sup>2</sup>Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos, Instituto de Tecnologia de Alimentos, Departamento de Descentralização do Desenvolvimento, APTA/SAA - Brasil

Contacto: pprati@apta.sp.gov.br

### RESUMEN

El objetivo fue evaluar la alteración oxidativa del ajo (*Allium sativum* L.) frito durante seis meses de almacenamiento a temperatura ambiente mediante la determinación del índice de peróxido de la fracción lipídica. Fueron procesados cinco cultivares de ajo: roxinho, santa catarina roxo, gigante de curitibanos y assaí, uno importado de China de cultivar desconocido. Los ajos fueron procesados de dos formas, picados y laminados, luego fritos por inmersión en grasa pastosa de origen vegetal marca mazola chef a 180°C por 3 minutos. Después de enfriados fueron envasados en potes plásticos de polietileno de alta densidad (PEAD) con tapa del mismo material. La determinación del índice de peróxido se llevó a cabo en el tiempo cero y cada 45 días, hasta los 180 días de almacenamiento. A lo largo del almacenamiento, se observó un aumento del índice de peróxido, para todos los cultivares, sin embargo al final de los 180 días todos los valores aún estaban debajo de los límites citados por la literatura. El mayor valor de  $5.4 \pm 0.1$  meq O<sub>2</sub>/kg se obtuvo para el cultivar conocido comercialmente como Chinês laminado y frito. La mayoría de las muestras de ajos fritos laminados mostró valores de peróxidos superiores a las de ajos frito picados, con excepción de los cultivares santa catarina roxo y gigante de curitibanos, en el tiempo cero. Los valores de índice de peróxido encontrados indican que los productos se mantuvieron estables en relación a la reacción de oxidación, durante el período de almacenamiento.

**Palabras clave:** Ajo frito, índice de peróxido, almacenamiento.

### ABSTRACT

The objective was to evaluate the oxidative alteration of fried garlic (*Allium sativum* L.) for six months of storage at room temperature by determining the peroxide value of the lipid fraction. Five garlic cultivars were processed: (Assaí, Gigante de Curitibanos, Santa Catarina Roxo, Roxinho, and an unknown variety imported from China). Garlic were processed in two ways, brunoise and paysanne, then deep fried in vegetable fat Mazola chef brand at 180 ° C for 3 minutes. After cooled, they were packed in high-density polyethylene (HDPE) plastic jars with a lid of the same material. The peroxide value determination was carried out on day zero and every 45 days until 180 days of storage. During storage, an increase peroxide value, for all cultivars was observed, however at the end of the 180 days all values were still below the limits cited in the literature. The highest value  $5.4 \pm 0.1$  meq O<sub>2</sub> / kg was obtained for the unknown variety paysanne and fried which is commercially known as Chinês. Most of paysanne garlic samples showed higher peroxide values than the fried brunoise ones, except for Santa Catarina roxo and gigante de curitibanos, on the day zero. The peroxide values found indicate that the products were stable with regard to oxidation reaction, during the storage period.

**Keywords:** Fried garlic, Peroxide Value, Storage

**Recibido:** 12 de Febrero del 2014

**Aceptado:** 05 de Mayo del 2014

ESPAMCIENCIA 5(1): 31-38/2014

## INTRODUCCIÓN

El ajo (*Allium sativum* L.), es el bulbo de una planta consumida durante milenios que pertenece a la familia de las liliáceas y según la literatura fue descubierta en Egipto alrededor de 3.700 años a.C. donde básicamente fue utilizado para curar la diarrea. Pero hay evidencia de su uso como un alimento funcional en la Grecia antigua, Babilonia y en China como un medicamento para el tratamiento de enfermedades pulmonares e intestinales (Fenwick y Hanley, 1985).

Estudios recientes han identificado que el ajo también tiene otras propiedades destacándose su acción antimicrobiana, antineoplásica, terapéutica contra enfermedades cardiovasculares, inmunostimuladora e hipoglucemiante (Queiroz, 2010). También se mencionan en la literatura las propiedades antioxidantes del ajo, dependiendo principalmente de la presencia de compuestos fenólicos, compuestos organosulfurados y otras sustancias responsables por la acción contra la formación de radicales libres en el organismo. Como consecuencia de esta propiedad, productos elaborados con este bulbo mejoran su estabilidad oxidativa (Queiroz, 2010; Yin *et al.*, 2002). Otros estudios han demostrado que el ajo puede ser utilizado como un remedio contra la hipertensión, hepatitis y como potencial remedio contra el cáncer. La investigación con animales de laboratorio ha demostrado que el ajo ayuda a disminuir el cáncer de pulmón, piel, mama y a prevenir el cáncer del colon y esófago (Aditivos & Ingredientes, 2010).

Debido a estas características, la importancia económica del cultivo del ajo ha aumentado sustancialmente en los últimos años y por lo tanto su consumo como una especia también ha sobresalido. Igualmente se ha observado que el interés del consumidor en la compra de productos listos para comer también ha crecido sostenidamente en la última década, lo que ha fomentado el desarrollo de tecnologías que permiten la producción de alimentos con valor funcional adicional y calidad garantizada (Borex, 2001; Berbari *et al.*, 2003).

Brasil es uno de los países donde más se consume ajo en todo el mundo, alrededor de 25 millones de cajas/año. Siendo la producción nacional de aproximadamente 10 millones cajas/año, su importación se hace necesaria. El mayor exportador de ajo para Brasil es China (Anapa, 2012). La pasta de ajo, con o sin sal, es la forma más común de industrialización y consumo (Berbari *et al.*, 2003). Pero la transformación del ajo en producto frito, picado o laminado, para ser utilizado como un ingrediente o especia, es una práctica en el país. Esto facilita

el uso por quien se incomoda en manipularlo “*in natura*”, por causa de su olor fuerte y característico; y a su vez permite el consumo de productos con cierta actividad antioxidante (Queiroz, 2010; Bernhardt y Delazari, 1980; Juswiak, 1999).

El proceso de fritura es un proceso complejo, en el cual el producto está siendo sumergido en aceite bien caliente actuando como un medio de transferencia de calor, y que da a los alimentos las características de color, sabor, textura y palatabilidad al alimento (Sanibal y Mancini Filho, 2002). Estos cambios positivos, son los que hacen que los alimentos procesados por fritura sean universalmente apreciados por diferentes grupos de población (Corsini *et al.*, 2008). Este proceso también es responsable por la aparición de las reacciones de degradación de aceites o grasas, que pueden modificar la calidad funcional y nutricional de los alimentos, a menudo haciéndolos no aptos para el consumo o sin la calidad deseada. Las reacciones más frecuentes que se presentan son la hidrólisis, oxidación y polimerización de la molécula del triacilglicerol, componente principal del medio de transferencia de calor (Sanibal y Mancini Filho, 2002).

Actualmente, existe una gran preocupación para el seguimiento de los cambios sufridos por las grasas y aceites en los procesos de frituras (Gupta, 2005), sobre todo teniendo en cuenta la rancidez oxidativa. Sin embargo, los cambios resultantes de las interacciones de las grasas y aceites con los alimentos fritos son igualmente importantes, ya que afectan directamente la calidad del producto final y su aceptación por los consumidores (Sanibal y Mancini Filho, 2002).

La literatura menciona trabajos donde fueron estudiados los cambios en el aceite o grasa para freír (Corsini *et al.*, 2008; Jorge y Lunardi, 2005; Navas *et al.*, 2007; Machado *et al.*, 2008; Abdulkarim *et al.*, 2008), pero publicaciones con evidencias de qué ocurre, en cuanto a la reacción de oxidación en la fracción lipídica extraída de los productos fritos listos y a lo largo de su almacenamiento, son más difíciles de encontrar. Estos estudios con ajo frito son bastante escasos, aunque temas como rancidez oxidativa en alimentos fritos y también compuestos que se forman durante el proceso de oxidación en los alimentos fritos, han sido mencionados en los simposios de área específica, como una forma de difundir la importancia de estudiar el asunto (Marquez y Ruiz, 2010).

El control de los cambios oxidativos que ocurren en los aceites, grasas y alimentos se realiza generalmente por análisis físico-químicos que detectan y cuantifican las sustancias producidas por las reacciones de descomposición. Algunos ejemplos son: la variación del índice de pe-

róxido, la presencia de ácidos grasos libres, composición de ácidos grasos, variación de la constante dieléctrica, determinación del período de inducción, formación de volátiles, entre otros (Kamal-Eldin y Pokorný, 2005). El análisis de índice de peróxido es el más común y el más ampliamente utilizado porque es rápido y sencillo, de bajo costo y permite la obtención de datos que reflejan el estado oxidativo de la muestra en el momento del ensayo, lo que posibilita el rastreo de curvas de la oxidación que representan el comportamiento del producto, trayendo una visión bastante completa del proceso de cambio químico que se está produciendo (Rossell, 1989).

Teniendo en cuenta estos antecedentes y el hecho de que el producto ajo frito viene creciendo en Brasil, se planteó como objetivo primordial de esta investigación evaluar el cambio de calidad oxidativa del ajo frito picado y laminado de distintos cultivares, a lo largo del almacenamiento a temperatura ambiente durante seis meses, mediante la determinación del valor del peróxido de la fracción lipídica; así como también se evaluó la influencia del tipo de corte realizado en el ajo, sobre la cantidad generada de compuestos oxidativos como los peróxidos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue realizada en APTA-Polo Centro Sul ubicada en la ciudad de Piracicaba-SP y en el Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos del ITAL (Instituto de Tecnología de Alimentos), instituciones pertenecientes al Departamento de Agricultura y Abastecimiento del Estado de São Paulo en Brasil. Las materias primas utilizadas en el estudio fueron cinco cultivares de ajo: un cultivar chino no específico, que pertenece al grupo roxo y sub-grupo noble, comprado en el comercio local y llamado “comercial Chinês” en este estudio, cuatro cultivares semi-nobles nacionales llamados roxinho, santa catarina roxo, gigante de curitibanos y assaí, de la unidad de investigación y desarrollo en el municipio de Tietê y que pertenece al APTA Polo Centro Sul.

El uso de distintos cultivares se justifica con el fin de comparar el comportamiento de diferentes materias primas en el proceso de freír. Por eso, en el estudio fue utilizado un cultivar comercial importado y cuatro cultivares nacionales que están siendo ampliamente investigados, visto que no requieren proceso de vernalización (común en ajo importado), lo que implica un menor costo de producción y por tanto, el cultivo nacional de tales materiales genéticos es alentador.

El ajo picado se obtuvo en “cutter” de acero inoxidable marca nacional max machine, modelo CUT-4. 200 mm

de diámetro, motor de velocidad única y 12 caballos de fuerza, capacidad de 4 kg del producto por lote y producción de hasta 50 kg/h (Foto 1). Para obtener el tamaño deseado se determinó en pruebas preliminares de que el equipo podría ser abastecido con dos kg de producto y estaría en operación por cinco segundos. Los laminados de ajo se obtuvieron en cortadoras manuales de acero inoxidable, específico para el ajo marca nacional progressive, abriendo con única hoja gruesa de un mm (Foto 2).



Foto 1. “Cutter” para picar el ajo



Foto 2. Cortadora manual para laminar el ajo

La superficie de las partículas obtenidas, tanto para el ajo picado, como para el laminado, no ha sido determinada, pero como se ilustra en la foto 3, se puede ver que las muestras picadas presentan mayor superficie expuesta y esto dependió del tipo de equipo utilizado para prepararlos.



A B  
Foto 3. Ajo picado (A) y laminado (B)

Para la fritura por inmersión se utilizó una freidora eléctrica dos cubas (con la dimensión de cada una de 200 x 300 x 90 mm) (marca nacional Gastromaq, modelo-FR-CE 220V 08 eléctrico, con una capacidad de 3.5 L de aceite cada una y relación superficie/volumen de 0.2 cm<sup>-1</sup>). Como un medio transmisor de calor se utilizó grasa vegetal pastosa, marca mazola chef, producida a partir de aceite de semilla de algodón, desprovisto de antioxidantes, con bajo nivel de grasas saturadas (aproximadamente 26) y sin la presencia de ácidos grasos trans, según la ficha técnica del producto. El proceso de fritura a 180°C durante tres minutos fue usado para porciones de 1000 g de ajo picado o cortado en tres litros de grasa, que fueron cambiados cada tres lotes.

Luego del procesamiento, los productos fueron enfriados e inmediatamente envasados en potes transparentes de plástico, polietileno de alta densidad (PEAD) con la tapa del mismo material, similar a los utilizados para el hogar y venta de ajos por menor, con capacidad para 100 g de producto. Después fueron colocados en un estante a temperatura ambiente (25°C) durante 180 días. El contenido de lípidos totales de muestras fritas se determinó utilizando la metodología basada en la hidrólisis de ácido clorhídrico (destrucción de proteínas, hidratos de carbono y otros componentes), seguido por la extracción de lípidos con éter de petróleo en el sistema Butt, según Zenebon y Pascuet (2005). El control de la ocurrencia de reacción de oxidación fue hecha por la determinación del índice de peróxido de muestras tomadas en tiempo cero y cada 45 días de almacenamiento, por un total de cinco puntos de evaluación por cultivo y tipo de corte del ajo.

Para esta determinación, la fracción lipídica de las muestras fue extraída en frío, usando éter de petróleo como disolvente. Proporciones de 150 g de producto frito para 450 mL de solvente se homogeneizaron en equipo "Waring Laboratory Blendor" (marca GE, modelo BA-60VL66 con una capacidad de dos litros) y se dejó en reposo, en vasos de precipitados, por un mínimo de 12 h. Las miscelas (aceite + solvente) obtenidas fueron llevadas a evaporación, en rotaevaporador (marca Büchi, modelo R, serie 287411), para la eliminación del solvente, a 60°C. Luego fue tratada con nitrógeno gaseoso para la eliminación del solvente residual. La fracción lipídica separada inmediatamente fue evaluada en cuanto a su contenido de peróxidos o congelados a 20°C hasta el momento del análisis. El índice de peróxido fue expresado en miliequivalentes de oxígeno activo por kilogramo de aceite, según metodología de AOCS, método Cd 8-53 (Firestone, 2014).

Los resultados se analizaron mediante un diseño de bloques al azar con dos repeticiones para cada muestra,

utilizando el software de SAS (SAS, 1993) para realizar el análisis de varianza (ANOVA) y medias con nivel de significancia (Tukey).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 1 presenta los resultados de los niveles de lípidos totales (g/100g) para los ajos fritos picados y laminados, de distintos cultivares estudiados, al principio del almacenamiento (tiempo cero y después del procesamiento).

**Cuadro 1.** Contenido de lípidos totales (g/100g) en ajo frito picado y laminado, de diferentes variedades.

Cultivares	Media	± DE*
Roxinho picado y frito	26.69	0.65
Santa catarina roxo picado y frito	26.18	0.40
Gigante de curitibanos picado y frito	34.50	0.22
Assaí picado y frito	31.85	0.69
comercial Chinês picado y frito	30.36	0.16
Roxinho laminado y frito	23.79	0.09
Santa catarina roxo laminado y frito	24.89	0.59
Gigante de curitibanos laminado y frito	27.28	0.06
Assaí laminado y frito	29.69	0.49
comercial Chinês laminado y frito	26.05	0.02

\* = Desviación estándar

Los ajos picados y fritos mostraron valores más altos de lípidos debido a que la superficie expuesta es comparativamente mayor que de los ajos laminados y fritos (Foto 3), pues mientras más pequeña sea una partícula, mayor es el área superficial de contacto. Por lo tanto en el ajo picado hay mayor superficie expuesta, justificando así los valores encontrados. La literatura todavía no proporciona un trabajo similar al comparar el contenido de lípidos de ajo picado frito y el ajo frito laminado, pero hay información sobre patatas fritas: en paja y palillo, donde los datos muestran diferencias en la absorción de aceite para cada tipo de corte, es decir, en paja la absorción es mayor por tener mas superficie expuesta (Silva *et al.*, 2003). En los resultados obtenidos en este estudio se observó un comportamiento similar.

El cuadro 2 muestra los resultados de los niveles de peróxido obtenidos en la evaluación de la fracción lipídica de ajos fritos picados/laminados. Sólo los productos de los cultivares roxinho, santa catarina roxo y comercial chinês fueron analizados a lo largo del experimento cada 45 días; los productos del gigante de curitibanos y assaí se analizaron al principio y final del ensayo, debido a la escasez de estas materias primas en el período en que se programó el estudio. Las causas fueron:

- Fuertes lluvias ocurridas en los meses de cultivo del ajo (abril-agosto/2009) causando grandes pérdidas de materia prima. La cantidad disponible para la investigación, por lo tanto, era más pequeña de lo que se esperaba y fue definido por evaluar el producto sólo en el momento inicial y final del almacenamiento;

- Los rendimientos obtenidos en el proceso de fritura fueron menores de lo esperado, especialmente en rela-

ción con estos dos cultivares, que presenta dientes (bulbillos) muy pequeños.

Con respecto a los datos obtenidos, para ambos productos fritos, se observa en todos los cultivares, que con el tiempo de almacenamiento, hubo incremento gradual y estadísticamente significativo de los niveles de peróxidos, indicando la ocurrencia de la reacción de oxidación del ajo frito, comportamiento normal y esperado en el proceso de fritura los productos y posteriormente almacenados (Gupta, 2005; Warner, 2009). El pote plástico utilizado, intencionalmente similar a la venta a los minoristas, pudiera favorecer la reacción, por su permeabilidad al oxígeno atmosférico y también por permitir la incidencia de la luz, ambos factores para la ocurrencia de procesos oxidativos en los alimentos (Rauen *et al.*, 1992a; Barrera, 1998).

**Cuadro 2.** Variación del índice de peróxido (meq O<sub>2</sub>/kg), con valores promedio y desviación estándar de los ajos fritos, de distintos cultivares durante el almacenamiento\*

Cultivares	Tiempo 0 ± DE*	Tiempo 45 ± DE*	Tiempo 90 ± DE*	Tiempo 135 ± DE*	Tiempo 180 ± DE*
<b>Picado</b>					
Roxinho	1.57 dC 0.01	1.48 dC 0.00	2.23 cB 0.14	3.23 bC 0.07	3.46 aC 0.11
Santa catarina roxo	2.46 dA 0.06	1.80 eA 0.11	2.58 cA 0.01	4.26 bA 0.03	4.59 aA 0.07
Gigante de curitibanos	1.79 bB 0.04	n.d.	n.d.	n.d.	3.38 aC 0.00
Assaí	1.36 bD 0.07	n.d.	n.d.	n.d.	2.55 aD 0.11
comercial Chinês	1.52 dC 0.01	1.57 dB 0.04	2.60 cA 0.06	3.66 bB 0.04	4.06 aB 0.03
<b>Laminado</b>					
Roxinho	1.90 dB 0.00	1.69 eB 0.11	2.98 cC 0.06	4.52 bB 0.04	4.70 aB 0.06
Santa catarina roxo	2.09 dB 0.04	2.00 eA 0.04	3.26 cB 0.01	4.42 bC 0.04	4.70 aB 0.00
Gigante de curitibanos	1.36 bC 0.07	n.d.	n.d.	n.d.	3.48 aC 0.07
Assaí	2.09 bA 0.03	n.d.	n.d.	n.d.	3.21 aD 0.04
comercial Chinês	1.99 dA 0.04	2.09 dA 0.06	4.08 cA 0.07	5.15 bA 0.00	5.44 aA 0.11

\* Seguido por la misma letra en mayúscula dentro de las columnas y la misma letra en minúscula, dentro de las filas, los valores medios no se diferencian estadísticamente en  $p < 0.05^{**}$

n.d. = no determinado

Los niveles alcanzados de peróxidos, al final del período de 180 días, fueron relativamente bajos. La legislación brasileña no contempla límites de valores del peróxido para productos fritos, lo que complica el debate comparativo de los resultados obtenidos. En vista de la ausencia de información de índices de peróxidos, se tomó como una base para la comparación de los datos, la resolución de la Diretoria Colegiada-RDC 270, también de la ANVISA (2005), que establece estos valores para aceites refinados y grasas, donde el valor peróxido máximo permitido es de 10 meq O<sub>2</sub>/kg. Este valor máximo estableci-

do es mucho mayor que los obtenidos por los productos estudiados, lo que demuestra que, comparativamente, los ajos fritos presentaron una buena resistencia a la oxidación durante el almacenamiento. Sin embargo es necesario resaltar que la literatura menciona trabajos donde los índices de peróxidos obtenidos en el rango de siete a ocho meq O<sub>2</sub>/kg para aceites de freír y, a veces, incluso más pequeño que ya promovió rechazo sensorial dependiendo del tipo de producto evaluado (Rauen *et al.*, 1992b). Con respecto a los datos mostrados en el cuadro 2, se observaron diferencias estadísticas entre los culti-

vares de ajo picado y frito, siendo el producto de cultivar assaí el que mostró los menores valores de peróxido y el cultivar santa catarina roxo y comercial chinês, los valores más altos en 180 días, lo que muestra que este último al parecer sufrió los efectos de la reacción de oxidación con mayor intensidad. Esto ocurrió probablemente debido a las diferencias intrínsecas en composición entre los cultivares estudiados, ya que el contenido total de lípidos de ajo frito antes de almacenar, no siguió el mismo patrón de comportamiento (cultivar assaí con 31.85% y cultivar santa catarina roxo con 26.18%).

Para el ajo laminado y frito, el producto comercial chinês que presentó el mayor valor de peróxido al final de 180 días (5.44 meq O<sub>2</sub>/kg), aún no alcanza el valor máximo permitido por la ley brasileña de aceites refinados (Anvisa, 2005). Este cultivar al parecer por su mayor tamaño del bulbo, al ser laminado presentó una mayor área de exposición para absorción de aceite durante la fritura y por consecuencia un rápido desarrollo de la reacción de oxidación. El cuadro 3 ilustra también la comparación de los niveles de peróxido entre productos fritos a lo largo del almacenamiento, para cada cultivar y el tipo de corte estudiado.

**Cuadro 3.** Comparación de los niveles de peróxidos de productos diferentes de ajo frito, en cada momento de evaluación\*

Tiempo	Producto	Roxinho	Santa catarina roxo	Gigante de curitibanos	Assaí	comercial Chinês
0	Picado Laminado	1.57 <sup>b</sup> 1.90 <sup>a</sup>	2.46 <sup>a</sup> 2.09 <sup>b</sup>	1.79 <sup>a</sup> 1.36 <sup>b</sup>	1.36 <sup>b</sup> 2.09 <sup>a</sup>	1.52 <sup>b</sup> 1.99 <sup>a</sup>
45	Picado Laminado	1.48 <sup>b</sup> 1.69 <sup>a</sup>	1.80 <sup>b</sup> 2.00 <sup>a</sup>	n.d.** n.d.**	n.d.** n.d.**	1.57 <sup>b</sup> 2.09 <sup>a</sup>
90	Picado Laminado	2.23 <sup>b</sup> 2.98 <sup>a</sup>	2.58 <sup>b</sup> 3.26 <sup>a</sup>	n.d.** n.d.**	n.d.** n.d.**	2.60 <sup>b</sup> 4.08 <sup>a</sup>
135	Picado Laminado	3.23 <sup>b</sup> 4.52 <sup>a</sup>	4.26 <sup>b</sup> 4.42 <sup>a</sup>	n.d.** n.d.**	n.d.** n.d.**	3.66 <sup>b</sup> 5.15 <sup>a</sup>
180	Picado Laminado	3.46 <sup>b</sup> 4.70 <sup>a</sup>	4.59 <sup>a</sup> 4.70 <sup>a</sup>	3.38 <sup>a</sup> 3.48 <sup>a</sup>	2.55 <sup>b</sup> 3.21 <sup>a</sup>	4.06 <sup>b</sup> 5.44 <sup>a</sup>

\* Para cada tiempo, en el interior de las columnas, seguido por la misma letra en minúsculas, los valores medios no se diferencian estadísticamente en  $p < 0.05$ .

\*\* n.d. = no determinado.

En los procesos oxidativos en general, cuanto mayor es el área de exposición del alimento frito al oxígeno atmosférico y cuanto mayor sea el contacto con el oxígeno disuelto en la muestra (en este caso, que la muestra podría freírse en grasa que actúa como transmisor de calor), mayor es la probabilidad de la ocurrencia de la reacción de oxidación y por lo tanto más rápido es la formación de los compuestos de degradación primaria, cuantificada por la prueba del valor del peróxido (Dobarganes y Marquez-Ruiz, 2003; Navas *et al.*, 2007).

En el cuadro 3, se puede verificar que, a excepción de cultivares santa catarina roxo y gigante de curitibanos en tiempo cero, el restante de los productos laminados y fritos presentaron valores de peróxido mayor que los productos picados y fritos. Una hipótesis es que, puede ser que en estos ajos laminados predomina el proceso de adsorción de aceite, o sea, la poca grasa que presentan los ajos laminados está más adsorbida que absorbida, por

lo tanto más expuesta al oxígeno, factor que favorece los procesos oxidativos. Sin embargo, los resultados obtenidos con los parámetros evaluados, indican que los productos se mantuvieron estables en relación a la reacción de oxidación, durante el período de almacenamiento.

## CONCLUSIONES

Con respecto al tipo de procesamiento, los resultados obtenidos permiten recomendar el uso de la forma ajo picado frito preferiblemente al de ajo laminado, una vez que el primero mostró menor cantidad de peróxido como producto de degradación durante almacenamiento.

A pesar del aumento en los índices de peróxido observados a lo largo del almacenamiento, a temperatura ambiente (25 °C), al final del período de 180 días, los resultados estuvieron por debajo del límite establecido por la legislación brasileña para aceites y grasas, para todos los cultivares.

## LITERATURA CITADA

- Abdulkarim, S. M; Frage, A; Tan, C. P; Ghazali, H. M. 2008. Determination of the extend of frying deterioration using differential scanning calorimetry. *J. Food, Agric. Environ. (Helsinki)* 6 (3/4): 54-59.
- Aditivos & Ingredientes 2010. *Allium sativum* o condimento universal. Insumos, São Paulo, 67 (março).
- ANAPA (Associação Nacional dos Produtores de Alho). 2012. Perspectiva de safra 2011/2012. Disponível em <http://www.anapa.com.br/principal/index/producao-nacional> (consultado el 12 de enero de 2012).
- ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Resolução RDC – 270 de 22 de setembro de 2005 – D.O.U. de 23/09/2005.
- Barrera, A. D. 1998. Estabilidad y utilización de nitrogênio en aceites y grasas. *Grasas Aceites (Sevilla)* 49(1): 55-63.
- Berbari, S.A.G; Silveira, N.F.A; Oliveira, L.A.T. 2003. Avaliação do comportamento de pasta de alho durante o armazenamento (*Allium sativum* L.). *Cienc. Tecnol. Aliment. (Campinas)* 23(3): 468-472.
- Bernhardt, L.W; Delazari, I. 1980. Estudos preliminares sobre a produção e conservação de pasta de alho. *Bol. Inst. Tecnol. Aliment. (Campinas)* 17(1): 65-72.
- Borex, C. 2001. Antioxidant health effects of aged garlic extract: recent advances on the nutritional effects associated with the use of garlic as supplement. *J. Nutr. (Bethesda)* 131(3):1010-1015.
- Corsini, M.S; Jorge, N; Miguel, A.M.R.O; Vicente, E. 2008. Perfil de ácidos graxos e avaliação da alteração em óleos de fritura. *Quim. Nova (São Paulo)* 31(5):956-961.
- Dobarganes, C; Marquez-Ruiz, G. 2003. Oxidized fats in foods. *Current Opin. Nutr. Metab. (Care)* 6(2):157-163.
- Fenwick, G.R; Hanley, A.B. 1985. Genus *Allium*. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr. (London)* 22: 199-377.
- Firestone, D. 2014. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society. 6th ed., 3rd printing, Urbana: AOCS.
- Gupta, M.K. 2005. Frying oils. In: Shahidi, F. (Ed.). *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. Hoboken, Wiley Interscience.
- Jorge, N; Lunardi, V.M. 2005. Influência dos tipos de óleos e tempos de fritura na perda de umidade e absorção de óleo em batatas fritas. *Cienc. Agrotecnol. (Lavras)* 29(3):635-641.
- Juswiak, C.R. 1999. Alho: considerações sobre as alegações funcionais. *Cadernos Nutr.* 18:13-21.
- Kamal-Eldin, A; Pokorný, J. 2005. Lipid oxidation products and methods used for their analysis. In: Kamal-Eldin, A.; Pokorný, J. (Ed.). *Analysis of Lipid Oxidation*. Urbana, AOCS Press.
- Marquez – Ruiz, G. 2010. Lípidos funcionales em alimentos: propiedades y evaluación analítica. In: V Simpósio Internacional Tendências e Inovações em Tecnologia de Oleos e Gorduras, Campinas. Anais, Sociedade Brasileira de Óleos e Gorduras.
- Machado, E. R; García, M. C. D; Abrantes, S. M. P. 2008. Alterações dos óleos de soja e palma em fritura des-

contínua de batatas. Cienc. Tecnol. Aliment. (Campinas) 28(4):786-792.

- Navas, J.A; Tres, A; Bou, R; Codony, R; Guardiola, F. 2007. Optimization of analytical methods for the assessment of the quality of fats and oils used in continuous deep fat frying. *Grasas Aceites* (Sevilla) 58(2):148-153.
- Queiroz, Y. S. 2010. Efeito do processamento do alho (*Allium sativum*, L.) sobre os seus compostos bioativos e potencial antioxidante *in vitro* e *in vivo*. Ph.D. Tesis. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Rauen, A.M.O; Esteves, W; Barrera-Arellano, D. 1992a. Determinación del período de inducción del aceite de soja – correlación entre el rancimat y otros índices. *Grasas Aceites* (Sevilla) 43(3):119-122.
- Rauen, A.M.O; Esteves, W; Barrera-Arellano, D. 1992b. Conexiones entre las características sensoriales y la infomación que proporcionan los tests de estabilidad del aceite de soja. *Grasas Aceites* (Sevilla) 43(4): 226-230.
- Rossell, J.B. 1989. Measurement of rancidity. In: Allen, J.C.; Hamilton, R.J. (Ed.). *Rancidity in Foods*. London, Elsevier Science Publishers.
- Sanibal, E.A.A; Mancini Filho, J. 2002. Alterações físicas, químicas e nutricionais de óleos submetidos ao processo de fritura. *Food Ingrid.* (São Paulo) 18(18):48-54.
- SAS Institute. 1993. SAS/ETS® 9.2 User's Guide. United States of America Cary, North Carolina.
- Silva, M.R; Cerqueira, F.M; Silva, P.R.M. 2003. Batatas fritas tipo palito e palha: absorção de gordura e aceitabilidade. *J. Braz. Soc. Food Nutr.* (São Paulo) 26:51-56.
- Warner, K. 2009. Flavor changes during frying. In: Sahin, S.; Sumny, S.G. (Ed.). *Advances in Deep Fat Frying of Foods*. Boca Raton, CRC Press.
- Yin, M; Hwang, S; Chan, K. 2002. Nonenzymatic antioxidant activity of four organosulfur compounds derived from garlic. *J. Agric. Food Chem.* (Washington) 50(21):6143-6147.
- Zenebon, O; Pascuet, N.S. 2005. Métodos físico-químicos para análisis de alimentos. 4a ed. Brasília, Ministério da Saúde/ANVISA. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz.