

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Determinación del índice de peróxidos en aceites usados en la preparación de papas fritas de ocho diferentes restaurantes con el objetivo de determinar posibles efectos en la salud.

Artículo académico

Diego Andrés Villacrés Gallardo

Ingeniería Química

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero Químico

Quito, 21 de diciembre de 2016

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO POLITÉCNICO**

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Determinación del índice de peróxidos en aceites usados en la preparación de papas fritas de ocho diferentes restaurantes con el objetivo de determinar posibles efectos en la salud.

Diego Andrés Villacrés Gallardo

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Mike Koziol, PhD y David Egas, PhD

Firma del profesor

Quito, 21 de Diciembre de 2016

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Diego Andrés Villacrés Gallardo

Código: 107829

Cédula de Identidad: 1803945805

Lugar y fecha: Quito, Diciembre de 2016

Resumen

Este proyecto presenta un estudio realizado al índice de peróxidos en aceite de papas fritas para ocho restaurantes en el área de Cumbayá. Donde se verificó para 3 cadenas internacionales, 2 cadenas nacionales y 3 restaurantes aledaños a la Universidad San Francisco de Quito. Siendo los peróxidos lipídicos agentes oxidantes que afectan el metabolismo mitocondrial aumentando la concentración de radicales libres y causando un estrés oxidativo. El alto consumo de aceites peroxidados puede aumentar el riesgo de contraer cáncer. Por esto fue de suma importancia la realización de este estudio. Los datos obtenidos se basaron en el análisis de miliequivalentes de oxígeno por kilogramo, miliequivalente de oxígeno por porción, porcentaje de aceite y masa de aceite por porción. Siendo el valor de 21.602 meq. de oxígeno por kg el menor encontrado en este estudio. Se pudo concluir que ningún restaurante cumple con la norma INEN 0277. Ciertos restaurantes como los restaurantes aledaños 1 y 2 sobrepasan la norma por 18 veces el valor establecido.

Palabras Clave: papas fritas, peróxido lipídico, índice de peróxido, porcentaje de aceite.

ABSTRACT

This project presents a study of French fries' oil peroxide index for eight restaurants in the Cumbayá area. It was verified for 3 international chains, 2 national chains and 3 restaurants bordering the San Francisco University of Quito. Lipid peroxides are oxidizing agents that affect mitochondrial metabolism increasing the concentration of free radicals and causing oxidative stress. The study was very important because high consumption of peroxidized oils may increase the risk of cancer. The data obtained were based on the analysis of milliequivalents of oxygen per kilogram, milliequivalent oxygen per serving, percentage of oil and mass of oil per serving. Being the value of 21.602 meq. of Oxygen per Kg the lowest found in this study. It was possible to conclude that no restaurant complies with INEN 0277 and Codex Alimentarius 19. Certain restaurants such as restaurants bordering 1 and 2 surpass the norm by 18 times the established value.

Key words: French fries, lipid peroxide, peroxide index, percentage of oil.

Agradecimientos

Agradezco enormemente a estas personas, porque sin ellas este trabajo no hubiera podido ser comenzado ni terminado. Muchas gracias.

- **Mi Familia**
 - Eugenia Gallardo
 - José Villacres
 - Rafaela Valarezo
 - Margarita Laso
 - Pablo Valarezo
 - Stephanie Gallardo

- **Mis Amigos**
 - Jaime Cahuasquí
 - Stephano Carrillo
 - Andrés Sanchez
 - Cristian Acosta
 - Xavier Alcivar
 - Carlos Medina
 - Gus Cardenas
 - Ing. Lucia Moreno

- **Departamento de Ingeniería en Alimentos**
 - Ing. Carol Reyes
 - Ing. Xavier Garrido

- **Departamento de Ingeniería Química**
 - Ing. Carolina Andino
 - PhD. Daniela Almeida
 - Ing. Daniel Carrasco

- **Departamento de Ingeniería Ambiental**
 - Ing. Esteban Tamayo

- **Fuera de la Universidad**
 - Dr. Diego Vega

Determinación del índice de peróxidos en aceites usados en la preparación de papas fritas de ocho diferentes restaurantes con el objetivo de determinar posibles efectos en la salud.

Diego A. Villacrés^{1*}, Mike Koziol¹, David A. Egas¹

¹Universidad San Francisco de Quito USFQ, Colegio de Ciencias e Ingeniería - El Politécnico. Calle Diego de Robles y Vía Interoceánica, Campus Cumbayá, Edif. Newton.
Casilla Postal 17-1200-841, Quito, Ecuador

*Autor principal/Corresponding autor, e-mail: diego.villacres.gallardo@gmail.com

Resumen

Este proyecto presenta un estudio realizado al índice de peróxidos en aceite de papas fritas para ocho restaurantes en el área de Cumbayá. Donde se verificó para 3 cadenas internacionales, 2 cadenas nacionales y 3 restaurantes aledaños a la Universidad San Francisco de Quito. Siendo los peróxidos lipídicos agentes oxidantes que afectan el metabolismo mitocondrial aumentando la concentración de radicales libres y causando un estrés oxidativo. El alto consumo de aceites peroxidados puede aumentar el riesgo de contraer cáncer. Por esto fue de suma importancia la realización de este estudio. Los datos obtenidos se basaron en el análisis de miliequivalentes de oxígeno por kilogramo, miliequivalente de oxígeno por porción, porcentaje de aceite y masa de aceite por porción. Siendo el valor de 21.602 meq. de oxígeno por kg el menor encontrado en este estudio. Se pudo concluir que ningún restaurante cumple con la norma INEN 0277. Ciertos restaurantes como los restaurantes aledaños 1 y 2 sobrepasan la norma por 18 veces el valor establecido.

Palabras Clave: papas fritas, peróxido lipídico, índice de peróxido, porcentaje de aceite.

1. Introducción

1.1 Antecedentes

La reutilización del aceite vegetal puede ser perjudicial para la salud. Esto se demostró en Kuala Lumpur, Malasia, la doctoras Kamsiah Jaarin y Kamisah Yusof (2012) administró aceite reutilizado a ratas de laboratorio, donde se demostró la aparición de genotoxicidad y preneoplasia de hígado (Kamsiah & Yusof, 2012). Aparte se encontró que deteriora la absorción de glucosa en el intestino (Obembe *et al.*, 2012), y se determinó un incremento de colesterol significativo (Kamsiah & Yusof, 2012). Estos datos sugieren que las ingestas de aceites recalentados podrían aumentar el riesgo de contraer cáncer y enfermedades cardiovasculares.

1.2 Justificación del proyecto

Dada la existencia de previos estudios, donde se relaciona altas concentraciones de peróxidos y ácidos grasos saturados con enfermedades cardiovasculares y aumento en la probabilidad de contraer cáncer, es fundamental la elaboración de este proyecto por un tema de salud pública.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Determinar la existencia de cambio mensual de índice de peróxido en papas fritas de locales de comida rápida.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar el porcentaje de aceite existente en las papas fritas.
- Determinar el índice de peróxidos para el aceite de papas fritas.
- Determinar el índice de peróxidos por porción de papas fritas.
- Verificar el cumplimiento de la norma INEN 0277.

2. Marco Teórico

2.1 Índice de peróxidos

Los productos iniciales en la oxidación o rancidez de aceites y grasas son los hidroperóxidos, pero se los conoce normalmente como peróxidos (Herrera, 2003).

El índice de peróxidos también se lo puede definir como el número de miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de muestra, el cual según la norma INEN no puede sobrepasar los 10 miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de muestra (INEN, 1978). El índice de peróxido se calcula a partir de la siguiente Ecuación 1.

$$I = \frac{VN}{m} \times 1000 \quad (1)$$

donde, I es el índice de peróxido, V es el volumen en cm^3 de solución de Tiosulfato de Sodio, N es la normalidad de la solución de Tiosulfato de Sodio y m es la masa en g de la muestra.

2.2 Mecanismo de peroxidación lipídica

La peroxidación lipídica es la degradación oxidativa de ácidos grasos poliinsaturados. Se inicia con el desprendimiento de un hidrógeno metilénico de un ácido graso poliinsaturado, formando así un radical hidropéroxilo (Derache *et al.*, 2005). Dicho radical puede reaccionar por dos vías distintas:

- Puede extraer un hidrógeno metilénico a otro ácido graso poliinsaturado y formar un segundo radical graso (Derache *et al.*, 2005).
- Puede provocar una ciclación interna de la molécula formando un radical endoperoxido (Derache *et al.*, 2005).

2.3 Estrés oxidativo

Cuando se aumenta la producción de especies reactivas del oxígeno (ERO) o los sistemas de limpieza celular son ineficientes, se produce un exceso de radicales libres derivados del oxígeno, lo que lleva a lo que se conoce como estrés oxidativo (Kumar *et al.*, 2008). Se reconoce como mecanismo fundamental en la toxicidad de muchos xenobióticos y se encuentra implicada en numerosas enfermedades (Repetto Jimenez & Repetto Kuhn, 2009).

2.3.1 Lípidos peroxidados

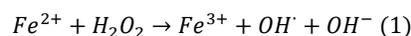
Los lípidos peroxidados forman hidroperóxidos lipídicos que pueden seguir los siguientes caminos:

- Formación de radicales libres lipídicos que peroxiden a otros lípidos, entre ellos los que constituyen la membrana celular (Repetto Jimenez & Repetto Kuhn, 2009). Esta peroxidación puede ser intervenida por la presencia de Vitamina E; como resultado se genera una lesión de membrana y se libera malondialdehído (Repetto Jimenez & Repetto Kuhn, 2009).
- El otro camino que pueden tomar es la reducción enzimática por glutatiónperoxidasa, (molécula que es dependiente del selenio), glutatión, glutatiónreductasa, NADPH y G-6-Pdeshidrogenasa, a alcoholes grasos (Repetto Jimenez & Repetto Kuhn, 2009). En concordancia con esto se ha encontrado que los animales con dietas bajas en selenio o vitamina E tienden a experimentar con

mayor intensidad las reacciones radicalarias (Repetto Jimenez & Repetto Kuhn, 2009).

2.3.2 Generación de Especies Reactivas de Oxígeno

Las ERO se generan por reacciones de óxido – reducción producidas por el metabolismo mitocondrial. En este proceso se forman pequeñas cantidades de especies intermedias tóxicas por la reducción parcial del oxígeno. Dentro de estas especies tóxicas se encuentran: los radicales superóxido ($O_2^{\bullet-}$), peróxido de hidrógeno (H_2O_2), y radical hidroxilo (OH^{\bullet}). Ciertos metales de transición como el hierro y el cobre aceptan o donan electrones libres en el transcurso de algunas reacciones intracelulares y catalizan la formación de radicales libres (Kumar *et al.*, 2008), como la reacción de Fenton que se presenta en la Fórmula 1.



El radical OH^{\bullet} es el más potente agente oxidante biológico conocido (Derache *et al.*, 2012). El radical hidroxilo es el más dañino por tener una vida media corta y alta reactividad (Dabrowska, 2009).

2.3.3 Consecuencias del estrés oxidativo

2.3.3.1 Peroxidación Lipídica de las membranas

Los enlaces dobles existentes en los lípidos poliinsaturados de la membrana resultan vulnerables al ataque por especies reactivas de oxígeno. La interacción entre los radicales libres y los lípidos genera peroxidasas, las cuales son inestables y reactivas, lo cual produce una reacción autocatalítica en cadena (Kumar *et al.*, 2008).

2.3.3.2 Enlaces entre proteínas

Los radicales libres suscitan los enlaces cruzados de las proteínas por mediación de sulfhídricos, lo cual aumenta la degradación o pérdida de actividad enzimática. Las reacciones con radicales libres también pueden causar directamente la fragmentación polipeptídica (Kumar *et al.*, 2008).

2.3.3.3 Fragmentación del ADN

La reacción entre radicales libres y timina en ADN nuclear y mitocondrial genera roturas en las cadenas sencillas. Este daño se encuentra implicado en el envejecimiento, transformación maligna de las células y muerte celular (Kumar *et al.*, 2008).

2.3 Influencia de los lípidos en el cáncer

En 1930 Watson y Mellanby (Derache *et al.*, 2005) fueron los primeros en demostrar la correlación existente entre la ingesta de lípidos y la aparición de tumores: por ejemplo, la adición de un 12,5% - 25% de mantequilla a una dieta base (sea de 3% de grasas), generó un incremento de 34 a 57% en la frecuencia de cánceres cutáneos en ratones de laboratorio.

2.4 Neoplasia

Este término se utiliza en medicina para destinar tejido con masa anormal. Esta se da porque la replicación celular se ve acelerada a un ritmo superior de lo normal. Se puede considerar una neoplasia benigna si únicamente se extiende localmente, mientras que se considera maligna si se comporta de forma agresiva, comprimiendo los tejidos próximos (Diccionario Enciclopédico Ilustrado de Medicina, 2005).

2.5 Carcinogénicos Químicos

2.5.1 Tipos

2.5.1.1 Genotóxico

Causa daño directo al ADN lo que conlleva a la formación de mutaciones. Esto provoca que exista un daño directo en la replicación celular, además las alteraciones generadas en el ADN son resistentes a los mecanismos de reparación de ADN (Stevens, 2013).

2.5.1.2 Mitógeno

Es un tipo de carcinogénico que se fija en receptores de la superficie o al interior de la célula, estimulando la división celular y causando daño directo al ADN (Stevens, 2013).

2.5.1.3 Citotóxico

Causa daño sobre los tejidos y conduce hacia la hiperplasia (Stevens, 2013).

2.5.2 Agente Carcinogénico

El agente carcinogénico es la estructura química que tiene la capacidad de provocar neoplasia, pero debe considerarse que la carcinogenicidad no es una propiedad intrínseca de dicha sustancia química, sino que es el conjunto de eventualidades necesarias para el desarrollo de un cáncer (Bello Gutierrez, 2001).

2.5.2.1 Agentes Iniciadores

La exposición de las células al agente iniciador no causa de manera directa neoplasia. Pero la exposición genera células susceptibles al desarrollo de neoplasia en el caso de ser expuestas a otro agente (Stevens, 2013).

Los agentes iniciadores causan alteraciones genéticas en las células expuestas. La anomalía causada por el agente iniciador no será suficiente para provocar el crecimiento celular anormal, por si sola (Stevens, 2013).

La mayoría de los agentes iniciadores son ejemplos de genotoxicidad (Stevens, 2013).

2.5.2.2 Promotores

La exposición de células con funcionamiento normal hacia agentes promotores no genera ninguna alteración. Pero la exposición de células iniciadoras a un agente promotor provoca la generación de neoplasia.

Los promotores provocan el aumento de rotación celular, lo cual a su vez induce a la proliferación celular. La exposición continua de agentes promotores hacia células previamente alteradas genéticamente, a causa del agente iniciador, desarrollan anomalías en genes que regulan el crecimiento celular (Stevens, 2013).

3. Experimentación

3.1 Extracción de aceite

3.1.1 Instrumentación

- Balanza analítica, sensible al 0,1 mg.
- Procesador de alimentos.
- Solvent Extractor-SER 148
- Estufa de $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Probeta de $50 \text{ mL} \pm 0.5 \text{ mL}$

3.1.2 Reactivos

- 300 mL de n-Hexano

3.1.3 Preparación de la muestra

Se colocan en un vaso de precipitación y se pesa la porción de papas fritas obtenidas. El vaso de precipitación se lleva a una estufa a $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas ± 0.5 h. Finalmente, lograda la deshidratación de la muestra, se vuelve a triturar por 1 minuto en el procesador de alimentos.

3.1.4 Procedimiento

Se tara por 15 minutos a $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ el vaso del Solvent Extractor-SER 148. Una vez frío se pesa. Se agrega el dedal, dispuesto por el equipo, dentro del vaso. Dentro del dedal se agregan aproximadamente 2 g de muestra deshidratada y triturada. Se inserta el magneto al dedal y se coloca el dedal con la ayuda del magneto en "Recovery". Se agregan 50 mL de n-Hexano al vaso y se lo coloca en la parte inferior del dedal. Una vez colocado el vaso se mueve la palanca para colocar el dedal en "Immersion". Se revisa que las válvulas para la recirculación de hexano se encuentren abiertas. Esto se realiza para 6 muestras preparadas. Una vez colocadas todas las muestras se baja la palanca para asegurar todos los vasos y se presiona "Start". Pasados los 60 minutos, se coloca los dedales en la posición de "Washing" y se presiona "OK". Pasados los 60 minutos, se cierra la válvula para la recirculación de n-Hexano, se coloca los dedales en "Recovery" y se presiona "OK". Pasados los 45 minutos, se retiran los vasos y se los coloca en una estufa a 100°C por 60 minutos. Habiendo finalizado la extracción es posible recuperar el n-Hexano abriendo las válvulas de recirculación. Una vez fríos los vasos se los vuelve a pesar.

3.2 Determinación del índice de peróxidos

Se utilizó el método estipulado por el INEN 0277:

3.2.1 Instrumentación

- 1 Bureta de 25 mL \pm 0.1 mL
- Balanza analítica, sensible al 0,1 mg.
- 2 Pipeta graduada de 5 mL \pm 0.1 mL
- 1 Micropipeta de 100 μ L \pm 1 μ L

3.2.2 Reactivos

- Solución de ácido acético con cloroformo en proporciones 3 por 2 respectivamente.
- Solución saturada de yoduro de potasio.
- Solución de tiosulfato de sodio (0.1 N o 0.01 N), debidamente estandarizada.
- Solución de almidón al 1% en peso.

3.2.3 Procedimiento

El procedimiento estipulado por el INEN 0277 (INEN,1978) y se describe a continuación:

Se toma 5.00 g de muestra y se la coloca en un Erlenmeyer de 250 mL. Se agrega 30mL de la solución de cloroformo-ácido acético. Se agita hasta que el contenido se encuentre totalmente disuelto. Se agrega 0.5 mL de la solución saturada de Yoduro de Potasio. Se agita durante un minuto y se agrega 30mL de agua destilada. Luego se agrega 0.5 mL de la solución indicadora de Almidón. Se agita y se titula con la solución de Tiosulfato de Sodio.

Dado que este procedimiento requiere de 5.00 g de muestra, fue necesario modificar por proporción de disponibilidad de muestra las cantidades para las soluciones de ácido acético – cloroformo, yoduro de potasio, agua destilada y almidón. La Tabla 9, presentada en Anexo 1, presenta las cantidades utilizadas para cada muestra. Las cantidades que se utilizaron son proporcionales a la masa de aceite extraído para cada muestra.

4. Resultados

A continuación, se presenta el porcentaje de aceite, índice de peróxido calculado, miliequivalentes de oxígeno por porción y masa de aceite por porción para todos los locales estudiados.

Tabla 1: Resultados de la Cadena Internacional 1

Mes	# Analisis	Porcentaje de Aceite	Indice de Peroxido	meq O2 por porcion	Aceite por porción
Junio	CI1-1	21.2%	70.44	1.186	16.84
	CI1-2	22.1%	88.44	1.549	17.51
	CI1-3	24.1%	100.7	1.930	19.16
	\bar{x}	22.5%	86.53	1.555	17.84
	σ	1.51%	15.22	0.372	1.196
	%RSD	6.71	17.59	23.92	6.705
Octubre	CI1-4	27.9%	131.0	3.587	27.39
	CI1-5	27.8%	129.6	3.537	27.29
		\bar{x}	27.9%	130.3	3.562
	σ	0.07%	0.989	0.036	0.068
	%RSD	0.25	0.759	1.010	0.251
Noviembre	CI1-6	25.7%	49.31	1.663	33.73
	CI1-7	24.0%	168.2	5.290	31.46
		\bar{x}	24.9%	108.7	3.477
	σ	1.23%	84.03	2.565	1.607
	%RSD	4.93	77.29	73.76	4.930

Tabla 2: Resultados de la Cadena Internacional 2

Mes	# Analisis	Porcentaje de Aceite	Indice de Peroxido	meq O2 por porcion	Aceite por porción
Junio	CI2-1	23.6%	124.7	2.47	19.81
	CI2-2	23.7%	105.4	2.10	19.88
	CI2-3	23.1%	129.3	2.51	19.39
	\bar{x}	23.5%	119.8	2.36	19.69
	σ	0.32%	12.68	0.23	0.270
	%RSD	1.37	10.59	9.65	1.373
Octubre	CI2-4	26.7%	511.7	17.5	34.23
	CI2-5	23.4%	249.8	7.51	30.04
		\bar{x}	25.1%	380.8	12.51
	σ	2.31%	185.1	7.08	2.961
	%RSD	9.21	48.62	56.6	9.214
Noviembre	CI2-6	26.3%	216.1	4.83	22.33
	CI2-7	24.1%	208.3	4.27	20.50
		\bar{x}	25.2%	212.2	4.55
	σ	1.53%	5.47	0.39	1.296
	%RSD	6.05	2.58	8.62	6.050

Tabla 3: Resultados de la Cadena Internacional 3

Mes	# Analisis	Porcentaje de Aceite	Indice de Peroxido	meq O2 por porcion	Aceite por porción
Junio	CI3-1	20.7%	70.97	1.61	22.62
	CI3-2	21.7%	69.12	1.63	23.65
	CI3-3	21.6%	92.36	2.18	23.57
	\bar{x}	21.3%	77.48	1.81	23.28
	σ	0.53%	12.91	0.32	0.574
	%RSD	2.46	16.67	17.8	2.464
Octubre	CI3-4	29.5%	105.7	4.87	46.09
	CI3-5	26.1%	137.9	5.61	40.67
		\bar{x}	27.8%	121.8	5.24
	σ	2.46%	22.78	0.52	3.831
	%RSD	8.83	18.71	9.96	8.831
Noviembre	CI3-6	23.0%	81.84	3.05	37.31
	CI3-7	24.0%	64.36	2.51	38.98
		\bar{x}	23.5%	73.10	2.78
	σ	0.73%	12.36	0.39	1.180
	%RSD	3.09	16.91	13.8	3.093

Tabla 4: Resultados de la Cadena Nacional 1

Mes	# Analisis	Porcentaje de Aceite	Indice de Peroxido	meq O2 por porcion	Aceite por porción
Junio	CN1-1	23.2%	107.6	1.72	15.95
	CN1-2	22.3%	134.3	2.06	15.34
	CN1-3	21.5%	129.3	1.91	14.79
	\bar{x}	22.3%	123.8	1.90	15.36
	σ	0.84%	14.22	0.17	0.581
	%RSD	3.78	11.49	9.12	3.784
Octubre	CN1-4	24.1%	19.05	0.65	34.14
	CN1-5	22.1%	24.15	0.76	31.27
		\bar{x}	23.1%	21.60	0.70
	σ	1.43%	3.602	0.07	2.025
	%RSD	6.19	16.68	10.5	6.191
Noviembre	CN1-6	20.9%	40.78	1.28	31.29
	CN1-7	21.7%	43.12	1.40	32.42
		\bar{x}	21.3%	41.95	1.34
	σ	0.53%	1.653	0.09	0.799
	%RSD	2.51	3.941	6.45	2.507

Tabla 5: Resultados de la Cadena Nacional 2

Mes	# Analisis	Porcentaje de Aceite	Indice de Peroxido	meq O2 por porcion	Aceite por porción
Junio	CN2-1	10.3%	192.2	6.76	35.14
	CN2-2	10.4%	285.0	10.1	35.48
	CN2-3	10.2%	238.3	8.30	34.84
	\bar{x}	10.3%	238.5	8.39	35.16
	σ	0.09%	46.41	1.68	0.319
%RSD		0.91	19.46	20.0	0.907
Octubre	CN2-4	17.6%	441.5	27.3	61.83
	CN2-5	16.3%	467.2	26.8	57.32
	\bar{x}	17.0%	454.3	27.0	59.58
	σ	0.91%	18.14	0.37	3.194
	%RSD		5.36	3.993	1.37
Noviembre	CN2-6	10.4%	121.3	4.81	39.66
	CN2-7	10.7%	127.9	5.19	40.61
	\bar{x}	10.6%	124.6	5.00	40.13
	σ	0.18%	4.631	0.27	0.672
	%RSD		1.67	3.717	5.39

Tabla 6: Resultados del Restaurante Aledaño 1

Mes	# Analisis	Porcentaje de Aceite	Indice de Peroxido	meq O2 por porcion	Aceite por porción
Septiembre	RA1-1	21.4%	1018	18.33	18.01
	RA1-2	22.1%	1266	23.50	18.56
	\bar{x}	21.8%	1142	20.92	18.28
	σ	12.6%	175.6	3.652	0.386
	%RSD		57.8	15.37	17.46
Octubre	RA1-3	19.7%	243.1	5.350	22.00
	RA1-4	19.4%	847.7	18.39	21.70
	\bar{x}	19.5%	545.4	11.87	21.85
	σ	0.19%	427.5	9.221	0.218
	%RSD		1.00	78.38	77.68
Noviembre	RA1-5	19.7%	1899	37.53	19.76
	RA1-6	21.5%	1844	39.84	21.60
	\bar{x}	20.6%	1871	38.68	20.68
	σ	1.29%	38.58	1.632	1.298
	%RSD		6.28	2.062	4.219

Tabla 7: Resultados del Restaurante Aledaño 2

Mes	# Analisis	Porcentaje de Aceite	Indice de Peroxido	meq O2 por porcion	Aceite por porción
Septiembre	RA2-1	18.3%	1399	28.02	20.02
	RA2-2	18.4%	1525	30.56	20.04
	\bar{x}	18.4%	1462	29.29	20.03
	σ	10.6%	88.76	1.796	0.013
	%RSD	57.7	6.071	6.133	0.063
Octubre	RA2-3	21.9%	156.2	6.998	44.80
	RA2-4	22.7%	188.4	8.731	46.34
	\bar{x}	22.3%	172.3	7.864	45.57
	σ	0.54%	22.75	1.225	1.093
	%RSD	2.40	13.20	15.58	2.398
Noviembre	RA2-5	17.6%	669.3	14.93	22.30
	RA2-6	18.4%	729.9	17.04	23.34
	\bar{x}	18.0%	699.6	15.98	22.82
	σ	0.58%	42.83	1.493	0.737
	%RSD	3.23	6.121	9.340	3.228

Tabla 8: Resultados del Restaurante Aledaño 3

Mes	# Analisis	Porcentaje de Aceite	Indice de Peroxido	meq O2 por porcion	Aceite por porción
Junio	RA3-1	16.5%	90.94	1.69	18.60
	RA3-2	17.7%	112.4	2.25	19.98
	RA3-3	17.2%	87.26	1.69	19.39
	\bar{x}	17.1%	96.87	1.88	19.33
	σ	0.61%	13.59	0.32	0.695
%RSD	3.59	14.03	17.1	3.594	
Octubre	RA3-4	20.3%	90.93	1.94	21.39
	RA3-5	21.5%	86.02	1.96	22.74
	\bar{x}	20.9%	88.47	1.95	22.07
	σ	0.91%	3.475	0.01	0.957
	%RSD	4.34	3.927	0.41	4.339
Noviembre	RA3-6	23.9%	856.08	18.4	21.55
	RA3-7	19.9%	900.94	16.2	18.01
	\bar{x}	21.9%	878.51	17.3	19.78
	σ	2.77%	31.72	1.57	2.505
	%RSD	12.66	3.611	9.07	12.66

El Anexo 1 presenta las tablas 10 a 33, las cuales presentan los datos para la obtención de masa de aceite y volumen de tiosulfato de sodio utilizado en la titulación de los ocho locales analizados. Las tablas 34 y 35 presentan un resumen de los índices de peróxidos promedio y el porcentaje promedio. Los gráficos presentados en el Anexo 2, presentan en detalle el cambio de porcentaje de aceite promedio, masa de aceite promedio, masa de aceite por porción promedio, índice de peróxidos promedio y miliequivalentes de oxígeno por porción promedio para cada local en los meses de junio, septiembre, octubre y noviembre.

5. Discusiones

Los datos obtenidos para los 8 locales muestran que existe una considerable variación con respecto al porcentaje de aceite e índice de peróxidos entre locales. Se pudo observar que las papas expendidas por la cadena nacional 2 y los restaurantes aledaños 2 y 3 oscilan entre 10% a 18% de aceite, mientras que, las papas expendidas por todas las cadenas internacionales, la cadena nacional 1 y el restaurante aledaño 1 contienen porcentajes de grasa que oscilan entre 21% al 28% (Tabla 35, Anexo 1).

Con respecto al índice de peróxidos para el mes de junio se utilizó una solución de 0.1 N, dado que, existió una desviación estándar de los datos obtenidos para el índice de peróxido. Se determinó utilizar una solución de 0.01 N para las próximas titulaciones. Dentro del mes de julio se coloca a las papas vendidas por la cadena internacional 3 como las de menor índice con 77.49 miliequivalentes de oxígeno por kg. Mientras que, para el mismo mes la cadena nacional 2 posee un índice de peróxidos mayor con 238.52 miliequivalentes de oxígeno por kg (Gráfico 3, Anexo 2).

Por motivos de disponibilidad de n-Hexano no se lograron hacer pruebas en los meses de julio, agosto y en septiembre solo se pudo realizar por duplicado a la cadena internacional 1, la cadena nacional 2 y a los restaurantes aledaños a la universidad. La cadena internacional 1 presento un incremento del 50.5% entre el mes (Gráfico 1, Anexo 1) de junio a septiembre en índice de peróxidos y la cadena nacional 2 presento un aumento del 90.4% del índice de peróxidos. El restaurante aledaño 1 presento un índice de peróxidos de 1142.08 miliequivalentes de oxígeno por kg (Gráfico 6, Anexo 2). Por el otro lado, se encontró que las papas expendidas por el restaurante aledaño 2 contienen 1462.15 miliequivalentes de oxígeno por kg (Gráfico 7, Anexo 2). Los restaurantes aledaños 1 y 2 poseen los índices de peróxidos más altos encontrados en este estudio.

Para el mes de octubre se realizó la extracción y titulación por duplicado de las cadenas internacionales y las cadenas nacionales, donde se pudo observar una disminución del 16.5% del índice de peróxidos para la cadena internacional 1 entre el mes de septiembre a octubre (Gráfico 1, Anexo 2). La cadena nacional 1 tuvo una disminución abrupta del 82.5% entre el mes de junio y octubre, pasando de 123.752 a 21.602 miliequivalentes de O_2 /kg de muestra (Gráfico 4, Anexo 2). Siendo este el valor más bajo hallado en todo el estudio. Pero sobrepasa por 2.1 veces el valor permitido en aceites no vírgenes según el Codex Stan 19 que estipula que no puede sobrepasar los 10 miliequivalentes de O_2 /kg de muestra (Codex Alimentario, 1999). La cadena nacional 2 también presento una disminución del índice de peróxidos en un 72.5% (Gráfico 5, Anexo 2). Tanto las cadenas internacionales 2 y 3 presentaron un incremento del 217.8% y 57.1% respectivamente entre el mes de junio y octubre.

Finalmente, para el mes de noviembre se realizó la extracción y titulación para las cadenas internacionales 2 y 3, la cadena nacional 1 y los restaurantes aledaños. No se realizó la extracción de aceite para la cadena

internacional 1 y cadena nacional 2 por disponibilidad de n-Hexano. Se encontró un incremento del porcentaje de aceite para la cadena internacional 2 y los restaurantes aledaños 1 y 3 (Tabla 35, Anexo 1). Siendo un aumento del 5% para los restaurantes aledaños, y un aumento del 1% para la cadena internacional 2. Mientras que, se halló que la cadena nacional 1, cadena internacional 3 y el restaurante aledaño 2 presentaron una disminución del porcentaje de aceite de 8%, 15% y 19% respectivamente. Con lo que respecta al índice de peróxidos la cadena nacional 1, restaurantes aledaños 1, 2 y 3 presentaron un aumento del 94, 243, 306 y 893% respectivamente. Por otro lado, Las cadenas internacionales 2 y 3 presentaron una reducción en el índice de peróxido del 44 y 40% respectivamente (Tabla 34, Anexo 1).

6. Conclusiones y Recomendaciones

Se pudo concluir que las papas pertenecientes a la cadena nacional 2 poseen el menor porcentaje de aceite por las dimensiones de la papa, puesto que, estas papas son de aproximadamente 5 centímetros de largo y 2 centímetros de ancho. Mientras que las papas de las cadenas internacionales, la cadena nacional 1 y los restaurantes aledaños son papas de 4 centímetros de largo y 1 centímetro de ancho. Dado que las papas de la cadena nacional 2 poseen mayor volumen, también poseen menor área superficial a comparación de las papas del resto de locales, lo cual disminuye la masa de aceite residual en la superficie de la papa frita. Sin embargo, incluso considerando que las papas expandidas por la cadena nacional 2 poseen menor porcentaje de aceite contienen la misma cantidad de índice peróxido promedio por porción que los restaurantes aledaños (Tabla 34, Anexo 1). Esto se debe a que la porción de la cadena nacional 2 es en promedio de 350.0g (Tabla 23, Anexo 1).

Se pudo observar que ningún restaurante estudiado se mantenía por debajo del índice de peróxidos máximo estipulado por la norma INEN 0277 de 10 miliequivalentes de O_2 /kg de muestra (INEN, 1978) o norma del Codex Stan 19 para aceites vírgenes y otros aceites de 15 y 10 miliequivalentes de O_2 /kg de muestra respectivamente (Codex Alimentario, 1999). Considerando el índice de peróxido promedio por porción para los tres locales de riesgo, se pudiera concluir que la ingesta frecuente de las papas fritas expandidas en los restaurantes aledaños 1 y 2 podrían conllevar a presentar una preneoplasia, dado que existe una dosis alta de lípidos peroxidados, los cuales interactúan directamente con el metabolismo mitocondrial aumentando la concentración de radicales libres y causando un estrés oxidativo. El estrés oxidativo puede desencadenar una replicación celular anormal y mutaciones. Siendo esto considerado como un agente iniciador se puede generar una lesión a los tejidos que podría desembocar en una neoplasia. Se recomienda investigar más a fondo los daños al organismo causado por los lípidos peroxidados y entender el funcionamiento de las dosis para realizar una extrapolación de los experimentos con ratones hacia los humanos.

7. Referencias Bibliográficas

- Bello Gutierrez, J. (2001). *Fundamentos de Ciencia Toxicologica*. Madrid: Diaz de Santos.
- Ceccotti, E. (2007). *El Diagnostico en Clinica Estomatologica*. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana.
- Dabrowska, C. C. (2009). *Vitaminas y Antioxidantes*. Madrid: Sanidad y Ediciones S.A.
- Derache, R., Boundene, Bories, G., & Beraud, M. (2005). *Toxicología y Seguridad de los Alimentos*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.
- Diccionario Enciclopedico Ilustrado de Medicina*. (2005). Madrid: Elsevier.
- Herrera, C. (2003). *Quimica de los Alimentos*. San Jose: Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- INEN 0277. (1978). *Grasas y Aceites. Determinacion de peroxidos*. Quito: Republic of Ecuador.
- K. J., & Y. K. (2012). *Repeatedly heated vegetable oils and lipid peroxidation*. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Kumar, V., K. Abbas, A., Fausto, N., & N. Mitchell, R. (2008). *Robbins Patologia Humana*. Barcelona: Elsevier Saunders.
- NORMA DEL CODEX PARA GRASAS Y ACEITES COMESTIBLES NO REGULADOS POR NORMAS INDIVIDUALES CODEX STAN 19-1981*. (1999). Codex Alimentario.
- Obembe, A., Owu, D., Okwari, O., Antai, A., & Osim, E. (2011). *Intestinal Fluid and Glucose Transport in Wistar Rats following Chronic Consumption of Fresh or Oxidised Palm Oil Diet*. Calabar: University of Calabar.
- Repetto Jimenez, M., & Repetto Kuhn, G. (2009). *Toxicología Fundamental*. Sevilla: Ediciones Diaz de Santos.
- Srivastava, S., & Singh, M. (2010). *Genotoxic and carcinogenic risks associated with the dietary consumption of repeatedly heated coconut oil*. Cambridge: British Journal of Nutrition.
- Stevens, A. (2013). *Patologia Clinica*. Manual Moderno.

Anexo 1:

Tabla 9: Volúmenes de reactivos para determinación de índice de peróxidos

Restaurante	Muestra	Volumen de ácido acético con cloroformo [mL]	Volumen de yoduro de potasio [mL]	Volumen de agua [mL]	Volumen de almidón [mL]
Cadena Internacional 1	CI1-1	2.56	0.04	2.56	0.04
	CI1-2	2.71	0.05	2.71	0.05
	CI1-3	2.98	0.05	2.98	0.05
Cadena Internacional 2	CI2-1	2.89	0.05	2.89	0.05
	CI2-2	2.85	0.05	2.85	0.05
	CI2-3	2.78	0.05	2.78	0.05
Cadena Internacional 3	CI3-1	2.54	0.04	2.54	0.04
	CI3-2	2.60	0.04	2.60	0.04
	CI3-3	2.60	0.04	2.60	0.04
Cadena Nacional 1	CN1-1	2.79	0.05	2.79	0.05
	CN1-2	2.68	0.04	2.68	0.04
	CN1-3	2.78	0.05	2.78	0.05
Cadena Nacional 2	CN2-1	1.25	0.02	1.25	0.02
	CN2-2	1.26	0.02	1.26	0.02
	CN2-3	1.26	0.02	1.26	0.02
Restaurante Aledaño 1	RA1-1	2.89	0.05	2.89	0.05
	RA1-2	2.85	0.05	2.85	0.05
Restaurante Aledaño 2	RA2-1	2.54	0.04	2.54	0.04
	RA2-2	2.60	0.04	2.60	0.04
Restaurante Aledaño 3	RA3-1	1.98	0.03	1.98	0.03
	RA3-2	2.13	0.04	2.13	0.04
	RA3-3	2.06	0.03	2.06	0.03

Tabla 10: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Cadena Internacional 1 realizada el 16 de junio del 2016 y titulación elaborada el 17 de junio del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.1 N [mL]
CI1-1	79.38	74.7081	75.1340	2.0079	0.4259	0.3
CI1-2	79.38	75.1654	75.6177	2.0500	0.4523	0.4
CI1-3	79.38	72.2178	72.7143	2.0567	0.4965	0.5
\bar{x}					0.4582	0.4
σ					0.0357	0.1
%RDS					7.7847	25

Tabla 11: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Cadena Internacional 1 realizada el 8 de septiembre del 2016 y titulación elaborada el 12 de septiembre del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.01 N [mL]
CI1-4	98.03	73.2765	73.8491	2.0494	0.5726	7.5
CI1-5	98.03	72.3373	72.9238	2.1066	0.5865	7.6
\bar{x}					0.5796	7.6
σ					0.0098	0.1
%RDS					1.6959	0.9

Tabla 12: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Cadena Internacional 1 realizada el 13 de octubre del 2016 y titulación elaborada el 20 de octubre del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.01 N [mL]
CI1-6	131.11	75.1509	75.6782	2.0494	0.5273	2.6
CI1-7	131.11	72.2128	72.7183	2.1066	0.5055	8.5
\bar{x}					0.5164	5.6
σ					0.0154	4.2
%RDS					2.9851	75

Tabla 13: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Cadena Internacional 2 realizada el 21 de junio del 2016 y titulación elaborada el 22 de junio del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.1 N [mL]
CI2-1	83.97	74.6412	75.1222	2.0384	0.4810	0.6
CI2-2	83.97	72.2710	72.7454	2.0033	0.4744	0.5
CI2-3	83.97	72.6884	73.1525	2.0103	0.4641	0.6
\bar{x}					0.4732	0.6
σ					0.0085	0.1
%RDS					1.8001	10

Tabla 14: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Cadena Internacional 2 realizada el 06 de octubre del 2016 y titulación elaborada el 10 de octubre del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.01 N [mL]
CI2-4	128.24	73.3611	73.9142	2.0723	0.5531	28
CI2-5	128.24	74.6862	75.1625	2.0333	0.4763	11
\bar{x}					0.5147	20
σ					0.0543	11
%RDS					10.5510	57

Tabla 15: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Cadena Internacional 2 realizada el 18 de noviembre del 2016 y titulación elaborada el 23 de noviembre del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.01 N [mL]
CI2-6	84.90	74.6417	75.1832	2.0587	0.5415	11
CI2-7	84.90	72.3402	72.8442	2.0874	0.5040	10
\bar{x}					0.5228	11
σ					0.0265	0.8
%RDS					5.0725	7.6

Tabla 16: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Cadena Internacional 3 realizada el 21 de junio del 2016 y titulación elaborada el 22 de junio del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.1 N [mL]
CI3-1	109.16	74.6944	75.1171	2.0402	0.4227	0.3
CI3-2	109.16	75.1537	75.5877	2.0036	0.4340	0.3
CI3-3	109.16	72.2220	72.6551	2.0058	0.4331	0.4
\bar{x}					0.4299	0.3
σ					0.0063	0.1
%RDS					1.4608	17

Tabla 17: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Cadena Internacional 3 realizada el 6 de octubre del 2016 y titulación elaborada el 10 de octubre del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.01 N [mL]
CI3-4	156.01	73.2792	73.9510	2.2739	0.6718	7.1
CI3-5	156.01	73.0364	73.5585	2.0026	0.5221	7.2
\bar{x}					0.5969	7.2
σ					0.1059	0.1
%RDS					17.7325	1.0

Tabla 18: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Cadena Internacional 3 realizada el 18 de noviembre del 2016 y titulación elaborada el 23 de noviembre del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.01 N [mL]
CI3-6	162.13	72.6774	73.1784	2.177	0.5010	4.1
CI3-7	162.13	73.2918	73.789	2.068	0.4972	3.2
\bar{x}					0.4991	3.7
σ					0.0027	0.6
%RDS					0.5384	17

Tabla 19: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Cadena Nacional 1 realizada el 16 de junio del 2016 y titulación elaborada el 20 de junio del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.1 N [mL]
CN1-1	68.88	74.6840	75.1487	2.0067	0.4647	0.5
CN1-2	68.88	75.1513	75.5979	2.0052	0.4466	0.6
CN1-3	68.88	72.2143	72.6783	2.1611	0.4640	0.6
\bar{x}					0.4584	0.6
σ					0.0103	0.1
%RDS					2.2367	10

Tabla 20: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Cadena Nacional 1 realizada el 13 de octubre del 2016 y titulación elaborada el 20 de octubre del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.01 N [mL]
CN1-4	141.4	72.6841	73.2089	2.1737	0.5248	1.0
CN1-5	141.4	74.3212	74.7767	2.0594	0.4555	1.1
\bar{x}					0.4902	1.1
σ					0.0490	0.1
%RDS					9.9974	6.7

Tabla 21: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Cadena Nacional 1 realizada el 16 de junio del 2016 y titulación elaborada el 20 de junio del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.01 N [mL]
CN1-6	149.49	75.1424	75.6328	2.3427	0.4904	2.0
CN1-7	149.49	72.2107	72.6977	2.2454	0.4870	2.1
\bar{x}					0.4887	2.1
σ					0.0024	0.1
%RDS					0.4920	3.4

Tabla 22: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Cadena Nacional 2 realizada el 16 de junio del 2016 y titulación elaborada el 20 de junio del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.1 N [mL]
CN2-1	341.40	74.6357	74.8438	2.0215	0.2081	0.4
CN2-2	341.40	72.2649	72.4754	2.0255	0.2105	0.6
CN2-3	341.40	72.6823	72.8921	2.0557	0.2098	0.5
\bar{x}					0.2095	0.5
σ					0.0012	0.1
%RDS					0.5892	20

Tabla 23: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Cadena Nacional 2 realizada el 8 de septiembre del 2016 y titulación elaborada el 12 de septiembre del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.01 N [mL]
CN2-4	351.33	73.3550	73.7174	2.0591	0.3624	16
CN2-5	351.33	74.6853	75.0385	2.165	0.3532	16
\bar{x}					0.3578	16
σ					0.0065	0.4
%RDS					1.8182	2.2

Tabla 24: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Cadena Nacional 2 realizada el 13 de octubre del 2016 y titulación elaborada el 20 de octubre del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.01 N [mL]
CN2-6	379.67	74.6404	74.8712	2.2097	0.2308	2.8
CN2-7	379.67	73.293	73.5198	2.1206	0.2268	2.9
\bar{x}					0.2288	2.9
σ					0.0028	0.1
%RDS					1.2362	2.5

Tabla 25: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Restaurante Aledaño 1 realizada el 22 de septiembre del 2016 y titulación elaborada el 25 de septiembre del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.01 N [mL]
RA1-1	83.97	73.2787	73.7699	2.2901	0.4912	50
RA1-2	83.97	73.0331	73.4872	2.0548	0.4541	57
\bar{x}					0.4727	53
σ					0.0262	5.3
%RDS					5.5503	9.9

Tabla 26: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Restaurante Aledaño 1 realizada el 20 de octubre del 2016 y titulación elaborada el 31 de octubre del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.01 N [mL]
RA1-3	111.86	73.3611	73.7724	2.0909	0.4113	10
RA1-4	111.86	74.6862	75.1109	2.1897	0.4247	36
\bar{x}					0.4180	23
σ					0.0095	18
%RDS					2.2668	79

Tabla 27: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Restaurante Aledaño 1 realizada el 10 de noviembre del 2016 y titulación elaborada el 17 de noviembre del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.01 N [mL]
RA1-5	100.55	72.6845	73.119	2.2105	0.4345	82
RA1-6	100.55	73.2941	73.7523	2.1329	0.4582	84
\bar{x}					0.4464	83
σ					0.0168	1.4
%RDS					3.7545	1.7

Tabla 28: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Restaurante Aledaño 2 realizada el 21 de septiembre del 2016 y titulación elaborada el 25 de septiembre del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.01 N [mL]
RA2-1	109.16	73.3601	73.786	2.3219	0.4259	59
RA2-2	109.16	74.6858	75.055	2.011	0.3692	56
\bar{x}					0.3976	58
σ					0.0401	2.3
%RDS					10.0850	4.0

Tabla 29: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Restaurante Aledaño 2 realizada el 20 de octubre del 2016 y titulación elaborada el 31 de octubre del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.01 N [mL]
RA2-3	204.09	75.2482	75.8435	2.7122	0.5953	9.3
RA2-4	204.09	73.3413	73.8137	2.0805	0.4724	8.9
\bar{x}					0.5339	9.1
σ					0.0869	5.3
%RDS					16.2786	57

Tabla 30: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Restaurante Aledaño 2 realizada el 10 de noviembre del 2016 y titulación elaborada el 17 de noviembre del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.01 N [mL]
RA2-5	126.62	74.6313	75.0048	2.1207	0.3735	25
RA2-6	126.62	72.3335	72.713	2.0586	0.3795	27
\bar{x}					0.3765	26
σ					0.0042	1.9
%RDS					1.1269	7.2

Tabla 31: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Restaurante Aledaño 3 realizada el 16 de junio del 2016 y titulación elaborada el 17 de junio del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.1 N [mL]
RA3-1	112.98	74.6590	74.9889	2.0039	0.3299	0.3
RA3-2	112.98	72.2758	72.6316	2.0115	0.3558	0.4
RA3-3	112.98	72.6975	73.0413	2.0030	0.3438	0.3
\bar{x}					0.3432	0.3
σ					0.0130	0.1
%RDS					3.7771	1.7

Tabla 32: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Restaurante Aledaño 3 realizada el 20 de octubre del 2016 y titulación elaborada el 31 de octubre del 2016

Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.01 N [mL]
RA3-4	105.6	73.2762	73.6941	2.0632	0.4179	3.8
RA3-5	105.6	73.0309	73.4843	2.1052	0.4534	3.9
\bar{x}					0.4357	3.9
σ					0.0251	0.1
%RDS					5.7620	1.8

Tabla 33: Datos obtenidos de la extracción de aceite para Restaurante Aledaño 3 realizada el 10 de noviembre del 2016 y titulación elaborada el 17 de noviembre del 2016

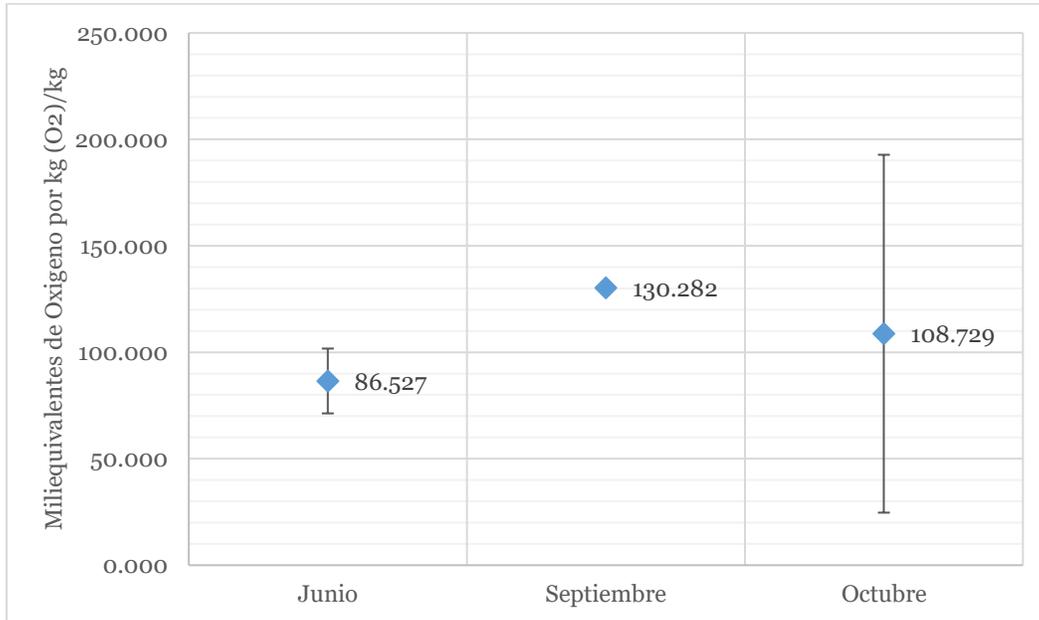
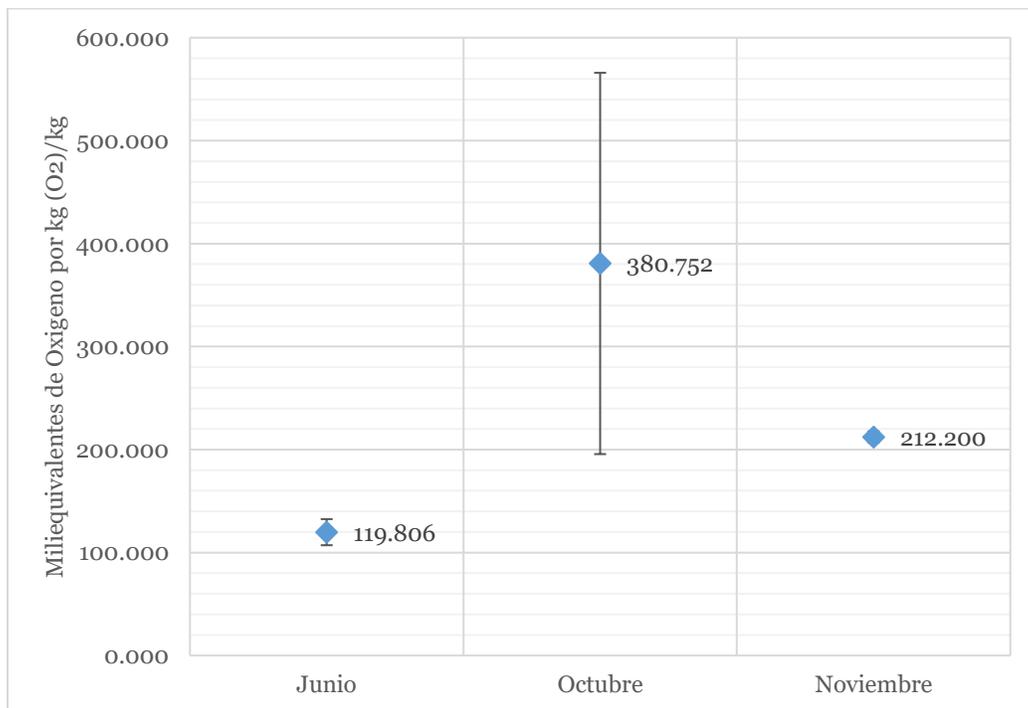
Muestra	Masa de porción [g]	Masa de vaso vacío [g]	Masa de vaso lleno [g]	Masa de muestra [g]	Masa de aceite [g]	Volumen de Tiosulfato de Potasio 0.01 N [mL]
RA3-6	90.31	75.1506	75.6599	2.1344	0.5093	43
RA3-7	90.31	72.2175	72.6526	2.1821	0.4351	39
\bar{x}					0.4722	41
σ					0.0525	3.1
%RDS					11.1113	7.5

Tabla 34: Índice de Peróxidos promedio

Restaurante	Junio	Septiembre	Octubre	Noviembre
Cadena Internacional 1	86.527	130.282	108.729	-
Cadena Internacional 2	119.806	-	380.752	212.200
Cadena Internacional 3	77.485	-	121.795	73.098
Cadena Nacional 1	123.752	-	21.602	41.952
Cadena Nacional 2	238.524	454.329	124.592	-
Restaurante Aledaño 1	-	1142.078	545.394	1871.454
Restaurante Aledaño 2	-	1462.154	172.312	699.626
Restaurante Aledaño 3	96.873	-	88.474	878.510

Tabla 35: Porcentaje de aceite promedio

Restaurante	Junio	Septiembre	Octubre	Noviembre
Cadena Internacional 1	22%	28%	25%	-
Cadena Internacional 2	23%	-	25%	25%
Cadena Internacional 3	21%	-	28%	24%
Cadena Nacional 1	22%	-	23%	21%
Cadena Nacional 2	10%	17%	11%	-
Restaurante Aledaño 1	-	22%	20%	21%
Restaurante Aledaño 2	-	18%	22%	18%
Restaurante Aledaño 3	17%	-	21%	22%

Anexo 2:**Gráfico 1:** Índice de peróxido promedio para la Cadena Internacional 1**Gráfico 2:** Índice de peróxido promedio para la Cadena Internacional 2

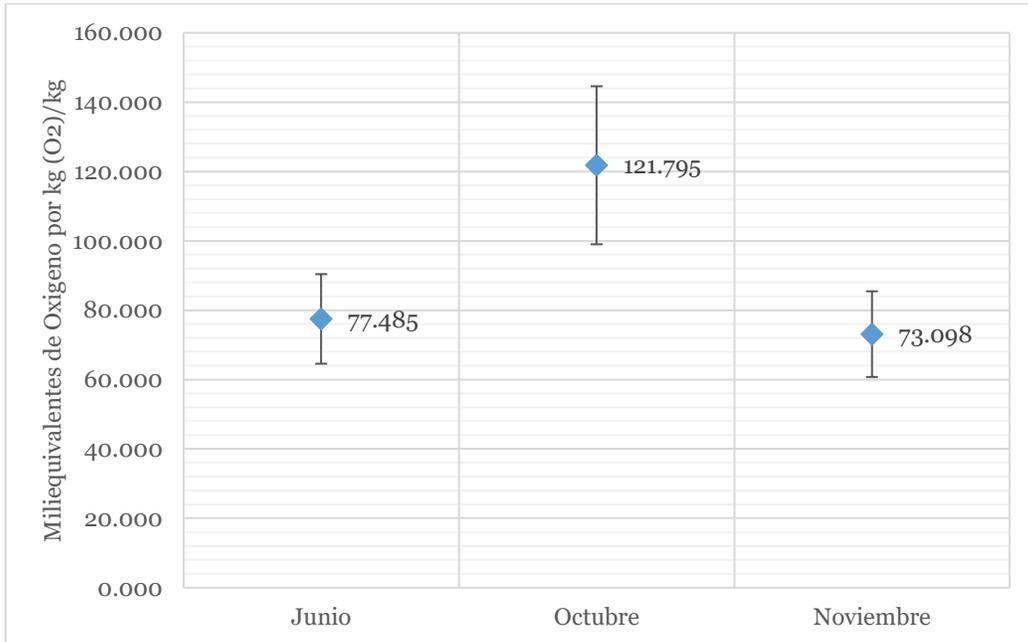


Gráfico 3: Índice de peróxido promedio para la Cadena Internacional 3

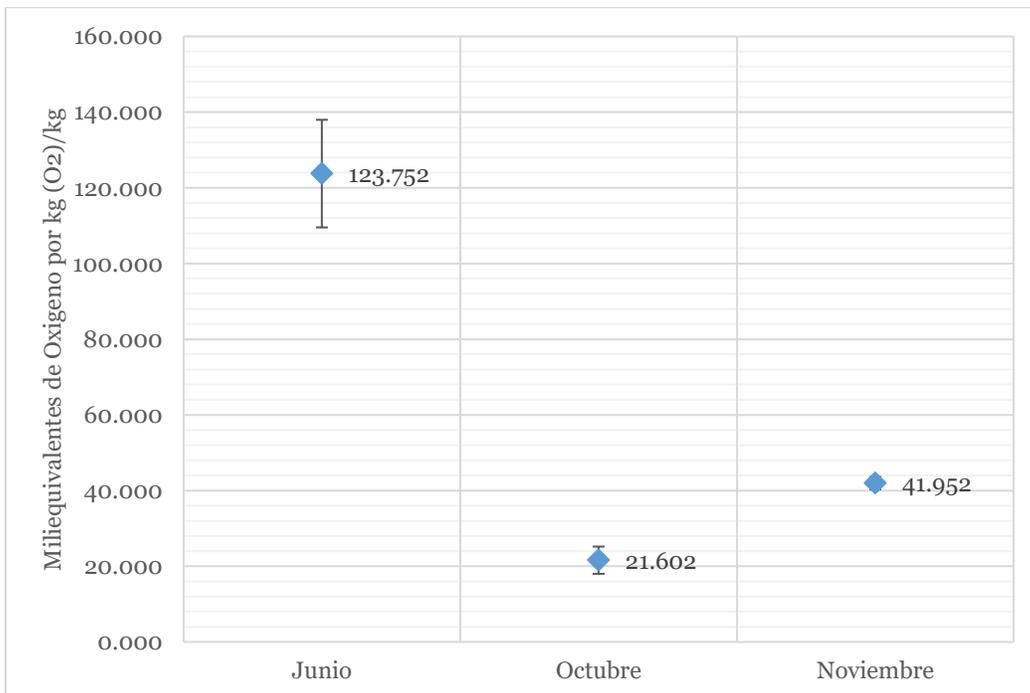


Gráfico 4: Índice de peróxido promedio para la Cadena Nacional 1

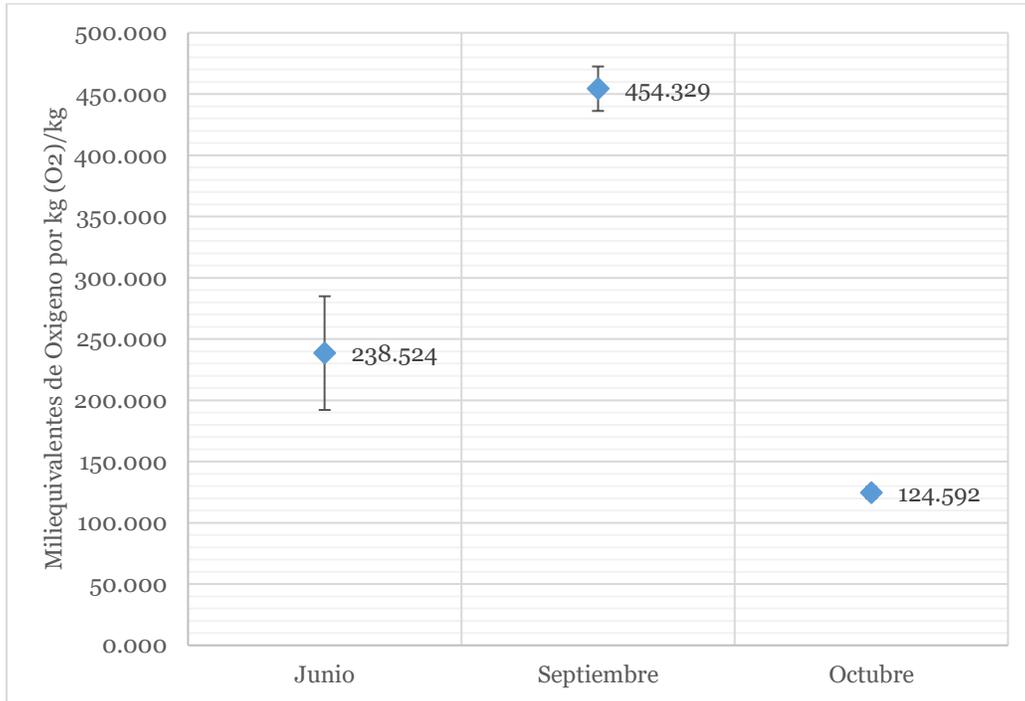


Gráfico 5: Índice de peróxido promedio para la Cadena Nacional 2

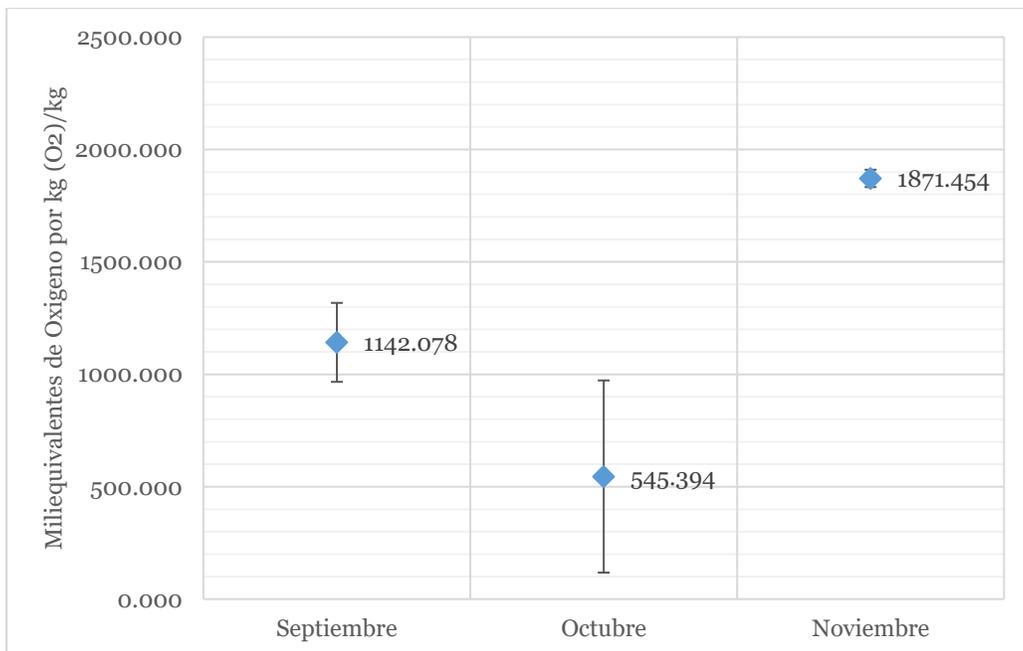


Gráfico 6: Índice de peróxido promedio para la Restaurante Aledaño 1

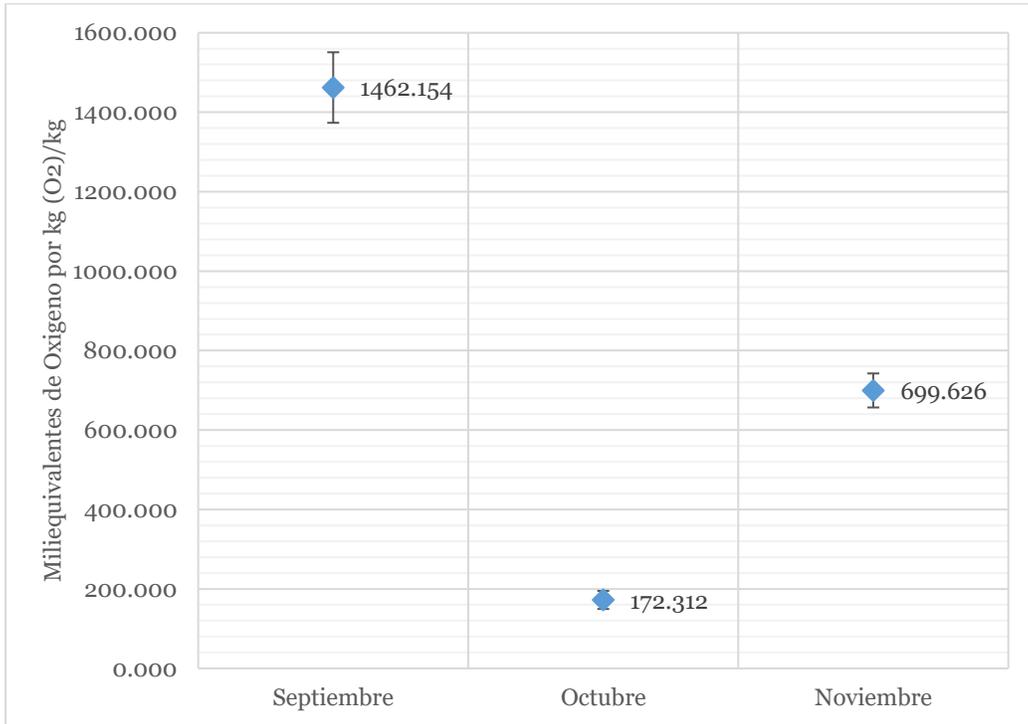


Gráfico 7: Índice de peróxido promedio para la Restaurante Aledaño 2

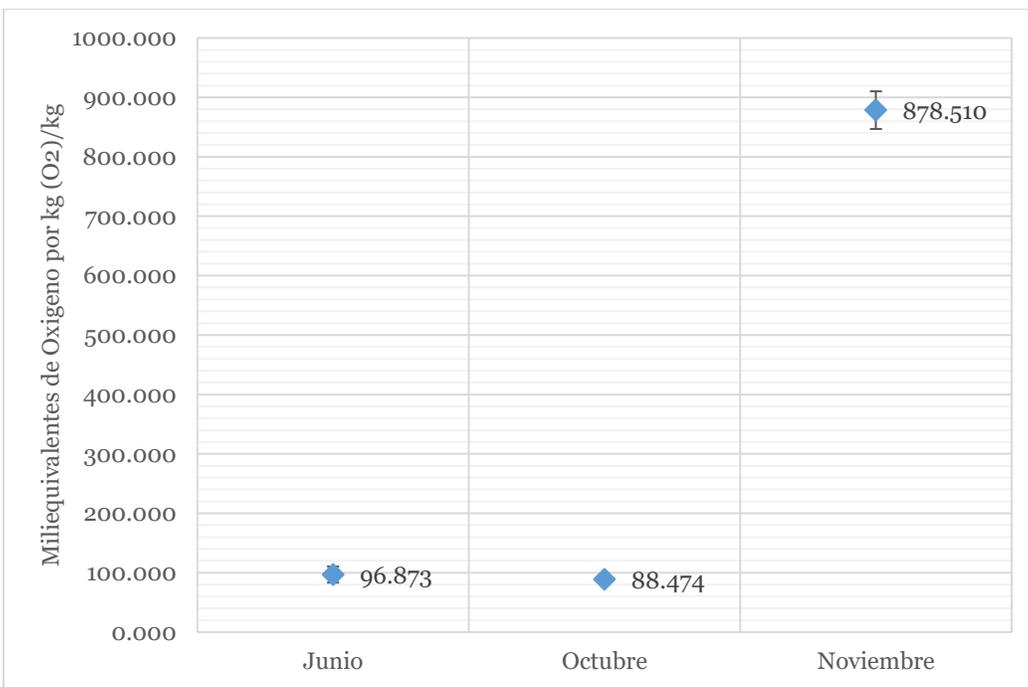


Gráfico 8: Índice de peróxido promedio para la Restaurante Aledaño 3

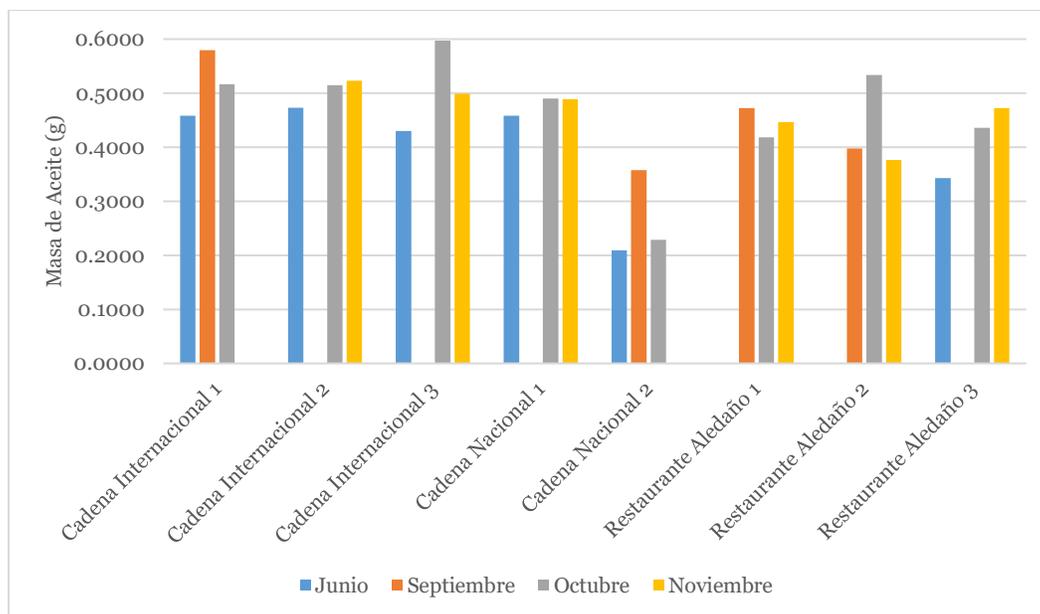


Gráfico 9: Masa de Aceite promedio vs Locales para los meses de junio, septiembre, octubre y noviembre

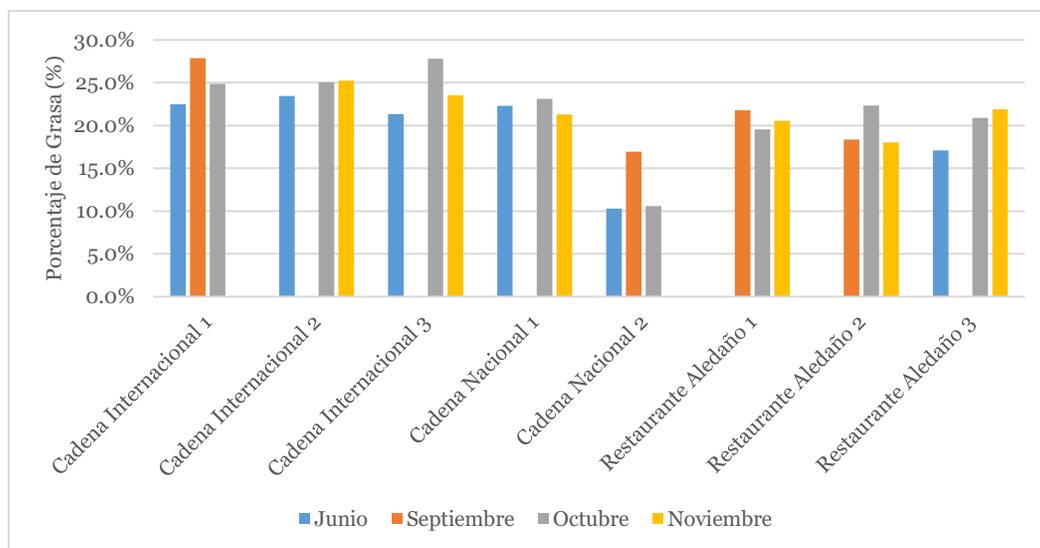


Gráfico 10: Porcentaje de grasa promedio vs Locales para los meses de junio, septiembre, octubre y noviembre

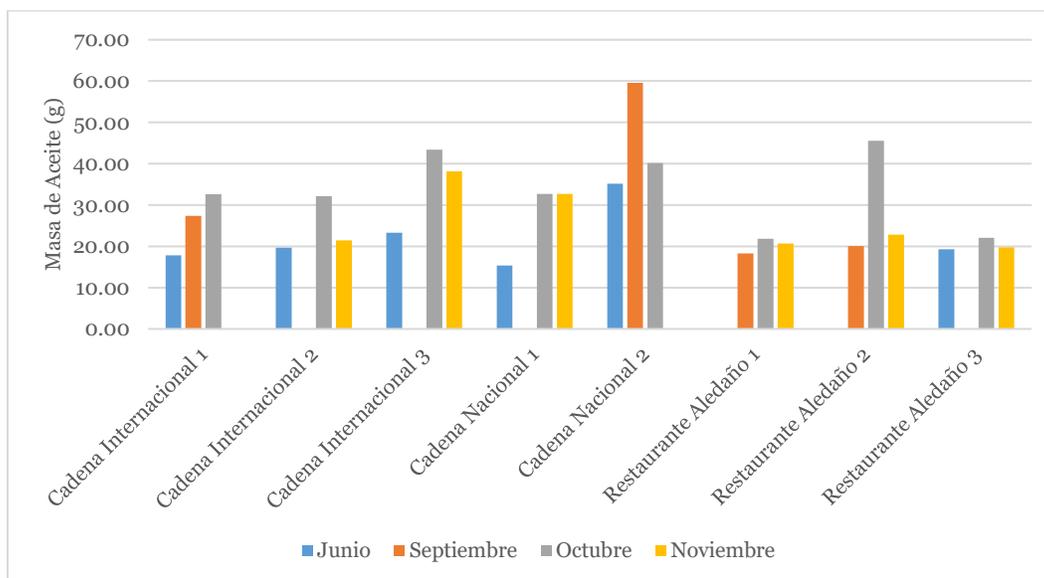


Gráfico 11: Masa de Aceite promedio por porción de papas vs Locales para los meses de junio, septiembre, octubre y noviembre

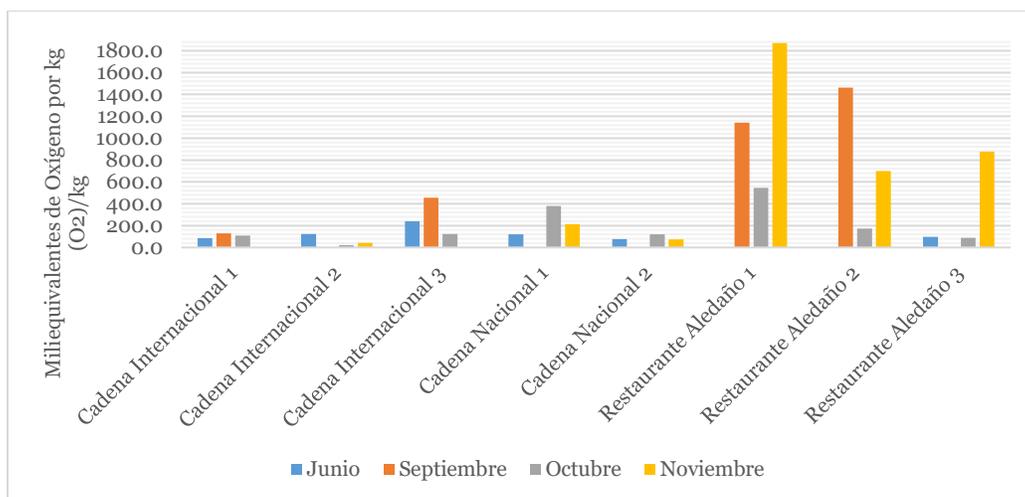


Gráfico 12: Índice de peróxidos promedio vs Locales para los meses de junio, septiembre, octubre y noviembre

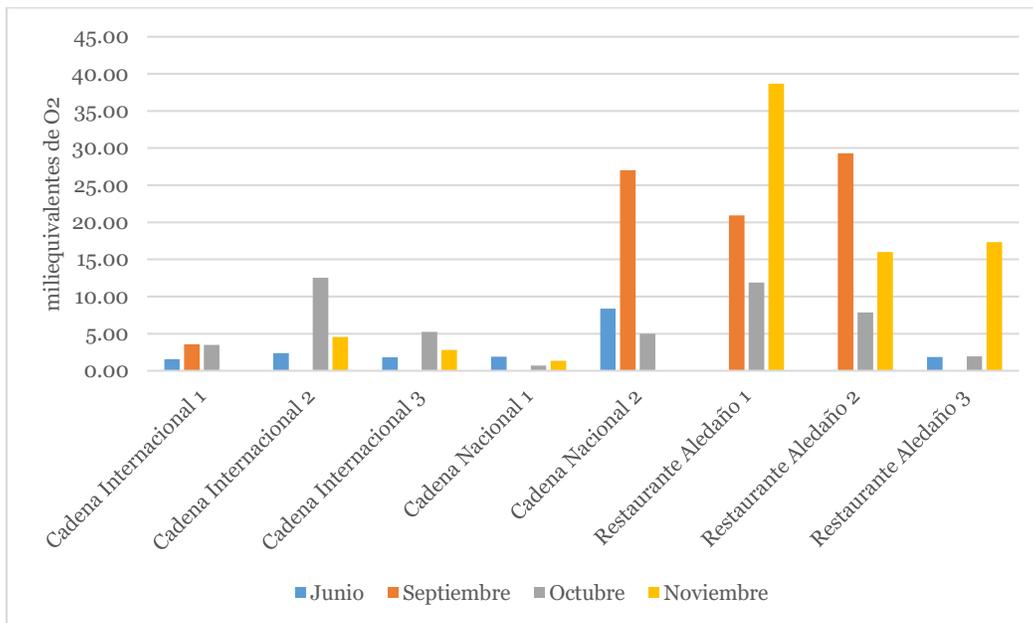


Gráfico 13: Miliequivalentes de oxígeno por porción promedio vs Locales para los meses de junio, septiembre, octubre y noviembre