

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA**  
**PROGRAMA DE FARMACIA Y BIOQUIMICA**



**Efecto del Tiempo y Condiciones de Almacenamiento en los  
Parámetros del Proceso de Oxidación de Aceites Comestibles  
del Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018**

**Tesis para optar al grado de Químico Farmacéutico**

**Autor:**

**BR. ESPINOZA CALDAS LUCERO DEL PILAR**

**Asesor:**

**DR. CAMONES MALDONADO RAFAEL DIOMEDES**

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ**

**2020**

**i.- Palabras clave**

<b>Tema</b>	Control de Calidad
<b>Especialidad</b>	Farmacia y Bioquímica

**Keywords**

<b>Subject</b>	Quality Control
<b>Speciality</b>	Pharmacy and Biochemistry

<b>Línea de Investigación</b>	Recursos Naturales Terapéuticos y Fitoquímica
<b>Área</b>	Ciencias Médicas y de Salud
<b>Sub Área</b>	Medicina Básica
<b>Disciplina</b>	Toxicología

**ii.- Título**

**Efecto del Tiempo y Condiciones de Almacenamiento en los Parámetros del Proceso de Oxidación de Aceites Comestibles del Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.**

### **iii.- Resumen**

La presente investigación tuvo como finalidad determinar el efecto que tiene el tiempo y la influencia de las condiciones de almacenamiento en los parámetros del proceso de oxidación en cinco tipos de aceites comestibles que se encuentran en el mercado. El diseño fue un estudio experimental – analítico desarrollado en el Departamento de Bromatología, Facultad de Farmacia. Universidad Médica de Varsovia, Polonia. Se utilizaron 5 tipos de aceites comestibles Canola, Oliva extra virgen, Linaza, Hígado de Bacalao y Girasol, adquiridos en el supermercado Carrefour, ubicado en el centro comercial Arkadia de Varsovia. La actividad oxidativa se determinó con los siguientes parámetros de oxidación: Ensayos Organolépticos y Ensayos Fisicoquímicos. De los 5 tipos de aceites comestibles, en el análisis organoléptico: se tomó 1 muestra para cada condición (Frigider, ventana y armario); en el análisis de peroxidación: se tomaron 3 muestras (A, B, C) para cada condición (Frigider, ventana y armario) y para el análisis de kreis: se tomaron 2 muestras (A, B) para cada condición (Frigider, ventana y armario). Evaluadas en diferentes tiempos, en estado fresco, a los 30 y a los 61 días; en los que por cada análisis se consideró uno de control. En el análisis de la composición de aceites: se tomó 1 muestra por cada tipo de aceite. Para el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico SPSS, se evaluó la estadística descriptiva y el análisis de varianza considerando para cada caso una  $p < 0,05$ . Los resultados evidenciaron un mayor índice de peroxidación lipídica o rancidez en la condición de almacenamiento (ventana) evaluado a los 61 días en todos los aceites. Concluyéndose que la peroxidación de lípidos es mayor, cuando los aceites presentan un elevado porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados y son expuestos a la luz durante largos periodos de tiempo.

**Palabras Claves:** rancidez o peroxidación lipídica, parámetros de oxidación, aceites comestibles.

#### **iv.- Abstract**

The purpose of this research was to determine the effect of time and the influence of storage conditions on the parameters of the oxidation process in five types of edible oils that are on the market. The design was an experimental - analytical study developed in the Department of Food Science, Faculty of Pharmacy, Warsaw Medical University, Poland. 5 types of edible oils were used Canola, Extra Virgin Olive, Linseed, Cod Liver and Sunflower, purchased at the Carrefour supermarket, located in the Arkadia shopping center in Warsaw. The oxidative activity was determined with the following oxidation parameters: Organoleptic Tests and Physicochemical Tests. Of the 5 types of edible oils, in the organoleptic analysis: 1 sample was taken for each condition (Frigider, window and cabinet); in the peroxidation analysis: 3 samples (A, B, C) were taken for each condition (Frigider, window and cabinet) and for the kreis analysis: 2 samples (A, B) were taken for each condition (Frigider, window and closet). Evaluated at different times, in fresh state, at 30 and 61 days; in which one control analysis was considered for each analysis. In the analysis of the composition of oils: 1 sample was taken for each type of oil. For the statistical analysis, the SPSS statistical program was used, descriptive statistics and analysis of variance were evaluated, considering for each case a  $p < 0.05$ . The results showed a higher lipid peroxidation or rancidity index in the storage condition (window) evaluated at 61 days in all the oils. Concluding that lipid peroxidation is greater, when oils have a high percentage of polyunsaturated acid and are exposed to light for long periods of time.

**Keywords:** Rancidity or Lipid Peroxidation, Oxidation Parameters, edible oils.

## Índice

	<b>Pág.</b>
<b>Palabras clave- Línea de investigación</b> .....	<b>ii</b>
<b>Título de la investigación</b> .....	<b>iii</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>iv</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>v</b>
<b>Índice</b> .....	<b>vi</b>
<b>Índice de Tablas</b> .....	<b>vii</b>
<b>Índice de Figuras</b> .....	<b>ix</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>11</b>
<b>Antecedentes y fundamentación científica</b> .....	<b>11</b>
<b>Justificación de la investigación</b> .....	<b>14</b>
<b>Problema</b> .....	<b>18</b>
<b>Marco Referencial</b> .....	<b>18</b>
<b>Hipótesis</b> .....	<b>29</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>29</b>
<b>Metodología</b> .....	<b>31</b>
<b>Tipo y Diseño de investigación</b> .....	<b>31</b>
<b>Población – Muestra</b> .....	<b>31</b>
<b>Técnicas e instrumentos de investigación</b> .....	<b>33</b>
<b>Resultados</b> .....	<b>42</b>
<b>Análisis y Discusión</b> .....	<b>74</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>94</b>
<b>Recomendaciones</b> .....	<b>96</b>
<b>Agradecimientos</b> .....	<b>98</b>
<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	<b>99</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>105</b>

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Análisis de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.....</i>	<b>42</b>
<b>Tabla 2.</b> <i>Estadísticos de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Canola, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. ....</i>	<b>44</b>
<b>Tabla 3.</b> <i>Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Aceite de Canola, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.....</i>	<b>45</b>
<b>Tabla 4.</b> <i>Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Aceite de Canola según la prueba de honestidad de Tukey, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. ....</i>	<b>46</b>
<b>Tabla 5.</b> <i>Estadísticos de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Oliva extra virgen, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. ....</i>	<b>47</b>
<b>Tabla 6.</b> <i>Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de Oliva extra virgen, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.....</i>	<b>48</b>
<b>Tabla 7.</b> <i>Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Aceite de Oliva extra Virgen según la prueba de honestidad de Tukey, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.....</i>	<b>49</b>
<b>Tabla 8.</b> <i>Estadísticos de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Linaza, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. .</i>	<b>50</b>
<b>Tabla 9.</b> <i>Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de Linaza, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.....</i>	<b>51</b>
<b>Tabla 10.</b> <i>Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Linaza según la prueba de honestidad de Tukey, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. ....</i>	<b>52</b>

<b>Tabla 11.</b> Estadísticos de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Hígado de Bacalao, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. ....	<b>53</b>
<b>Tabla 12.</b> Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de Hígado de Bacalao, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.....	<b>54</b>
<b>Tabla 13.</b> Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Hígado de Bacalao según la prueba de honestidad de Tukey, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. ....	<b>55</b>
<b>Tabla 14.</b> Estadísticos de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Girasol, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. ....	<b>56</b>
<b>Tabla 15.</b> Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de Girasol, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.....	<b>57</b>
<b>Tabla 16.</b> Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Girasol según la prueba de honestidad de Tukey, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. ....	<b>58</b>
<b>Tabla 17.</b> Ensayo de Características Organolépticas según Color de las muestras de aceite de cocina, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. ....	<b>60</b>
<b>Tabla 18.</b> Resumen de los ensayos de Características Organolépticas según Color de las muestras de aceite de cocina, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. ....	<b>61</b>
<b>Tabla 19.</b> Ensayo de Características Organolépticas según Olor de las muestras de aceite de cocina, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. ....	<b>63</b>
<b>Tabla 20.</b> Resumen de los ensayos de Características Organolépticas según Olor de las muestras de aceite de cocina, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. ....	<b>64</b>

<b>Tabla 21.</b> <i>Análisis de Kreis en las muestras de aceite de cocina, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.....</i>	<b>66</b>
<b>Tabla 22.</b> <i>Análisis de la Composición en las muestras de aceite de cocina en estado fresco, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. ..</i>	<b>72</b>
<b>Tabla 23.</b> <i>Análisis de la Composición en Ácido linoleico: C18:2 n-6 en las muestras de aceite de cocina en estado fresco, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. ....</i>	<b>73</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Valor promedio de peróxido de las muestras de Aceite de Canola en función del tiempo y las condiciones de almacenamiento; en estado fresco, al mes y dos meses, según la técnica Lea Number. ....	<b>47</b>
<b>Figura 2.</b> Valor promedio de peróxido de las muestras de Aceite de Oliva extra virgen en función del tiempo y las condiciones de almacenamiento; en estado fresco, al mes y dos meses, según la técnica Lea Number. ....	<b>50</b>
<b>Figura 3.</b> Valor promedio de peróxido de las muestras de Aceite de Linaza en función del tiempo y las condiciones de almacenamiento; en estado fresco, al mes y dos meses, según la técnica Lea Number. ....	<b>53</b>
<b>Figura 4.</b> Valor promedio de peróxido de las muestras de Aceite de Hígado de Bacalao en función del tiempo y las condiciones de almacenamiento; en estado fresco, al mes y dos meses, según la técnica Lea Number. ....	<b>56</b>
<b>Figura 5.</b> Valor promedio de peróxido de las muestras de Aceite de Girasol en función del tiempo y las condiciones de almacenamiento; en estado fresco, al mes y dos meses, según la técnica Lea Number. ....	<b>59</b>
<b>Figura 6.</b> Ensayo de Características Organolépticas según Color de las muestras de aceite de cocina, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. ....	<b>62</b>
<b>Figura 7.</b> Ensayo de Características Organolépticas según Olor de las muestras de aceite de cocina, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. ....	<b>65</b>
<b>Figura 8.</b> Análisis de Kreis en las muestras de aceite de cocina en Canola adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. ....	<b>67</b>
<b>Figura 9.</b> Análisis de Kreis en las muestras de aceite de cocina en Oliva extra virgen adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. ....	<b>68</b>
<b>Figura 10.</b> Análisis de Kreis en las muestras de aceite de cocina en Linaza adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. ....	<b>69</b>
<b>Figura 11.</b> Análisis de Kreis en las muestras de aceite de cocina en Hígado de Bacalao adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. .	<b>70</b>

<b>Figura 12.</b> Análisis de Kreis en las muestras de aceite de cocina de Girasol adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.....	<b>71</b>
<b>Figura 13.</b> Análisis de la Composición en Ácido linoleico: C18:2 n-6 en las muestras de aceite de cocina en estado fresco, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. ....	<b>73</b>

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Antecedentes y Fundamentación científica**

García (2018), realizó el estudio, la oxidación lipídica en productos lácteos: Influencia de la adición de ácidos grasos funcionales. En donde llegó a las siguientes principales conclusiones: Los resultados demostraron que sólo los productos lácteos funcionales que habían sido enriquecidos con ácidos grasos poliinsaturados omega-3 ó ácido linoleico conjugado (CLA) fueron susceptibles a oxidación, presentando niveles muy altos de triglicéridos oxidados o poliméricos, resaltando también que la peroxidación lipídica se inició aun antes de su fecha de caducidad.

Velásquez (2017), realizó la investigación, luz ambiental y peroxidación de emulsiones lipídicas parenterales en la Unidad de Cuidado Intensivo Neonatal – INMP. Su investigación llegó a las siguientes principales conclusiones: Las emulsiones lipídicas al 20% usadas en nutrición parenteral de recién nacidos, sufrieron peroxidación lipídica al ser administradas en la UCIN en un periodo de 24 horas y la peroxidación lipídica fue mayor, al ser administradas sin protección alguna, en comparación con las emulsiones lipídicas que se administraron con protección. Por lo tanto, se resaltó que la protección de las emulsiones, puede traer grandes beneficios y menos riesgos a los recién nacidos.

Bialek, Bialek, Jelinska, y Tokarz (2017), investigaron acerca de la composición de Ácidos grasos y características oxidativas de nuevos aceites comestibles en Polonia, llegando a las siguientes conclusiones: Las diferencias en el contenido de ácidos grasos muestran cuál de ellos es responsable de la asignación de grupos y también de similitudes dentro de cada grupo. Donde los aceites del grupo S1 se caracterizaron por un alto contenido de C18: 2 n-6, mientras que los aceites del grupo S2 se caracterizaron por presentar mayor contenido de C16: 1 y C18: 1 n-9 y los

aceites del grupo S3 se distinguieron por una mayor cantidad de C18: 3 n-3. Por lo que un total de 4 de 17 ácidos grasos detectadas en todas las muestras, se encontraron haciendo diferencia significativamente entre los grupos.

Los nuevos aceites pueden ser un componente alimentario funcional interesante, pero se necesita un análisis detallado para confirmar su aplicabilidad y la influencia de la salud humana.

Ciappini, Gatti, Cabrerizo y Chaín (2016), afirmaron que, las modificaciones fisicoquímicas y sensoriales producidas durante las frituras domésticas usando aceite de girasol refinado y aceite de oliva extra virgen, se modificaron a partir del segundo ciclo de fritura, mientras que sólo se percibió cambios sensoriales para el aceite de oliva extra virgen en el cuarto ciclo de fritura. Por lo tanto, resulta muy importante revisar estas prácticas hogareñas, que según diversos autores la mala utilización de los aceites origina la formación de aldehídos nocivos para la salud.

Vicente, Rodríguez, Marrero, González, Sierra y Morales (2016), realizaron, la determinación preliminar de productos de degradación formados por auto-oxidación del extracto lipídico de *Roystonea regia*. En el cual la investigación llegó a las siguientes principales conclusiones: La oxidación fue la que provocó la mayor transformación de los ácidos grasos insaturados, así como los mayores índices de peróxidos, mientras que la termólisis fue la que conllevó a mayores contenidos de IATB y DC. Por lo tanto, el resultado, evidencio que las condiciones de estrés inducidas lograron la degradación del extracto, de manera similar a lo que ocurre en los aceites vegetales con bajos contenidos de AG poliinsaturados, determinándose de manera preliminar, los principales grupos de compuestos generados a partir de la degradación forzada del extracto lipídico de *Roystonea regia*.

Lechuga y Quehwarucho (2015), realizaron, la determinación y cuantificación de 3,4 benzopireno por Hplc y grado de alteración en aceites y mantecas comestibles según el tiempo de reutilización en la fritura en chicharronerías y

pollerías del centro histórico del Cusco. En donde llegaron a las principales conclusiones: Todas las muestras de aceite y manteca analizadas presentaron cantidades que superaban considerablemente el límite establecido por países europeos que es de 2 ug/Kg. Además, se encontraron que la concentración de benzopireno estaba relacionada con el tiempo de reutilización de los aceites y mantecas.

Zapata, Piedrahita, Alzatea, Cortés, y Rojano (2015), afirmaron que, la estabilización oxidativa del aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis Linneo*) con suspensiones de mortiño (*Vaccinium meridionale SW*), es un aditivo muy eficaz en la estabilización del aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis Linneo*), de tal manera que concentraciones de 2000 mg L<sup>-1</sup> reducen el contenido de compuestos polares, trienos conjugados y el valor de peróxido en un 92,3%, 71,4% y 47,8%, respectivamente. También determinaron el contenido de fenoles totales, flavonoides, taninos condensados y antocianinas de la suspensión de mortiño (*Vaccinium meridionale SW*), de modo que demostraron su poder antioxidante; por lo tanto, los resultados demostraron que la suspensión de mortiño es una fuente excepcional de antioxidantes naturales que son los responsables de prevenir la oxidación del aceite de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis Linneo*).

Tama, Sánchez, y Montaña (2013), realizaron la investigación, el valor nutritivo y efectos metabólicos de la reutilización de aceites comestibles calentados y oxidados. Llegando a las siguientes conclusiones, que los altos valores del aducto de urea que se encontraron, representaron el reflejo de cambios importantes en la naturaleza organoléptica de los triglicéridos que se aumentaron con la intensidad del tratamiento oxidativo-térmico y con el grado de polinsaturación de sus ácidos grasos. Según los resultados obtenidos en la investigación con aceite de palma parcialmente hidrogenado, como fuente original, se concluye que los cambios (excluyendo los radicales libres de oxígeno) encontrados no dejan de ser preocupantes (si también se consideran los aductos de urea), en base al tiempo de fritura (que varía desde

establecimientos entre 5-8 y hasta 10 días), tiempo que podría incluso subestimarse en relación con el uso del aceite y su reutilización, utilizado por la mayoría de las instalaciones comerciales para la preparación de comidas rápidas y que visita casi diariamente y consumen la mayoría de la población.

Avilés *et al.* (2009), realizaron la investigación, efectos del consumo de aceites termo-oxidados sobre la peroxidación lipídica en animales de laboratorio. Llegando a las siguientes conclusiones, los resultados demostraron que el consumo de aceites y grasas sometidos a sucesivos calentamientos térmicos influyen sobre la peroxidación lipídica plasmática y es mayor la peroxidación lipídica cuanto mayor sea el número de calentamientos aplicados en los aceites, por lo que recomendaron no abusar del recalentamiento de los aceites utilizados en la fritura.

Pereyra, Costamagna, Rodríguez, Speltini, y Coppo (2009), afirmaron que, en el estudio comparativo de la oxidación primaria de cinco aceites vegetales comestibles que se encuentran en el mercado, los resultados mostraron diferentes periodos de inducción, tiempos de oxidación y velocidades características en cada tipo de aceite.

## **1.2. Justificación de la investigación**

En Polonia y en otros países como Perú se dispone ampliamente de un sin número de muchos tipos de aceites y grasas vegetales que podemos usar en la cocina y que son consumidas a diario por las personas, sin tomar las precauciones necesarias de una correcta utilización y conservación según el tipo de aceite.

Los aceites de cocina pueden ser un componente alimentario muy importante por sus altos beneficios que presentan, pero se necesita un análisis detallado para confirmar su aplicabilidad y su influencia en la salud humana (Bialek *et al.*, 2017).

Por lo tanto, la presente investigación, pretende determinar el efecto que tiene el tiempo y la influencia de las condiciones de almacenamiento en los parámetros del proceso de oxidación en cinco tipos de aceites comestibles que se encuentran en el mercado.

Según Jiménez (2011) afirma:

Los aceites con un alto contenido de ácidos grasos insaturados, especialmente poliinsaturados, son más susceptibles a la oxidación. Por su estructura dienica de tipo divinilmetano, los ácidos grasos poliinsaturados presentan una menor estabilidad a nivel de los grupos metilénicos entre los enlaces dobles (dienos no conjugados), lo que favorece el desencadenamiento del proceso de radicales libres. Este proceso es nulo o insignificante para los ácidos grasos saturados, relativamente lento para los ácidos grasos monoinsaturados y tanto más rápido cuanto mayor es el número de dobles enlaces en los ácidos grasos poliinsaturados (p. 39).

Durante la oxidación de los ácidos grasos insaturados, tiene lugar un desplazamiento de los dobles enlaces con la formación de hidroperóxidos que sufren finalmente una ruptura en la que se generan los compuestos secundarios de la oxidación lipídica, como aldehídos, cetonas, alcoholes y polímeros; además de tener acción citotóxica y estar relacionado con los problemas de salud, son los responsables de sabores y olores anormales en el aceite y los alimentos que mantienen contacto con el mismo (Pereyra, *et al.*, 2009).

En estos tiempos existen diversos establecimientos donde el consumo de comida rápida o llamada también al paso, tiene una alta demanda y en dichos establecimientos no se efectúa un control sanitario sobre la calidad de los alimentos empleados, en especial de los aceites recalentados, que por

su continuo uso produce sustancias muy tóxicas, de alto potencial carcinogénico. Pese a que existen reportes de la posibilidad de peroxidación, cuando son consumidas en malas condiciones (Lechuga y Quehwarucho, 2015).

La información sobre la relación tiempo-temperatura de almacenamiento en los alimentos no es solo de importancia comercial y económica también es de gran significancia en la salud humana, muchos productores e investigadores consideran que 12-18 meses son el periodo máximo comercial para el consumo de los aceites envasados dependiendo de las variedades. (Rogel, 2018, p.9)

Por lo que el presente trabajo de investigación se justifica en dar a conocer a los consumidores, que el mal uso y conservación de los aceites según su tipo, produce muchos daños en nuestra salud y que este problema no solo está presente en el país de Polonia sino también en nuestro país y afecta a todo el mundo ya que estos malos hábitos de los consumidores están presentes a nivel mundial así mismo como los tipos de aceites analizados en la presente investigación en el país de Polonia son los mismos que se consumen aquí en nuestro país diariamente.

La peroxidación lipídica está implicada en el comienzo y desarrollo de muchas enfermedades, asociadas con el estrés oxidativo, esto presenta diversos estados patológicos en los cuales se altera la función celular, contribuyendo o retroalimentando el desarrollo de enfermedades degenerativas como la aterosclerosis, cardiomiopatías, enfermedades neurológicas y cáncer (Avello y Suwalsky 2006).

Además de demostrar que, el aldehído epidrina es un compuesto secundario generado de la ruptura que sufren los hidroperóxidos durante la oxidación lipídica en las emulsiones de lípidos, asimismo que el efecto del tiempo y las condiciones de almacenamiento son factores que influyen en la

peroxidación lipídica en los aceites; toda esta fuente de información permitirá cambiar la forma de uso y las condiciones de almacenamiento según el tipo de aceite, con el fin de evitar la peroxidación lipídica.

Buscar estrategias que disminuyan este estrés, por tanto, nos beneficiará a todos nosotros, consumidores de estas emulsiones.

## Problema General

Por todas estas razones nos planteamos el problema: ¿Cuál es el efecto del tiempo y condiciones de almacenamiento en los parámetros del proceso de oxidación de aceites comestibles del Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018?

### 1.3. Marco Referencial

#### Ácidos grasos

Los ácidos grasos son una gran fuente de energía y tienen un papel muy importante en la composición y funcionalidad de las membranas celulares de nuestro organismo.

Los autores Fahy *et al.* (2005); Burdge y Calder (2014) citado por Velásquez (2017, p.9), mencionan que:

Los lípidos son ésteres de ácidos grasos y los ácidos grasos (AG) son cadenas de carbono que contienen oxígeno y un ácido carboxílico en un extremo. Basados en sus propiedades químicas los AG pueden ser divididos en 2 categorías: AG saturados, quienes usualmente son sólidos a temperatura ambiental y AG insaturados, los que son líquidos a temperatura ambiental. El término saturación se refiere a su estructura química en quienes cada átomo de carbono, en la cadena acil-grasa, está unido a otros cuatro átomos, estos átomos de carbono están unidos por enlaces simples y no pueden ser atacados por otros átomos o moléculas; son ejemplos de AG saturados el palmítico y esteárico que carecen de dobles enlaces. Los AG insaturados contienen al menos un par de átomos de carbono unidos por un doble enlace, ellos pueden ser atacados o adicionarles átomos en estos carbonos (con dobles enlaces) resultando saturados.

“MacLean et al. (2005) menciona que los AG insaturados se dividen a su vez en monoinsaturados y poliinsaturados según el número de dobles enlaces entre sus átomos de carbono. Los AG monoinsaturados como el oleico y el palmitoleico presentan un solo doble enlace. Los AG poliinsaturados (PUFAs) contienen más de un doble enlace como es el caso del ácido linoleico con 2 dobles enlaces y el ácido linolénico con 3 dobles enlaces.” (Velásquez, 2017, p.10)

“Jump (2002); Salama (2015) nos hacen mención que el ácido linoleico ( $\omega$ -6) y linolénico ( $\omega$ -3) son considerados ácidos grasos esenciales ya que el organismo no los sintetiza y tienen que ingerirse con la dieta. La presencia de dobles enlaces en los AG, los dota de características importantes para el cumplimiento de su función, pero además, los hace susceptibles al daño por radicales libres y especies reactivas de oxígeno.” (Velásquez, 2017, p.10)

“Wahrburg (2004); Pacheco et al. (2006) mencionan que el alto contenido energético de los triglicéridos se ha asociado siempre con la obesidad. Más recientemente se está prestando atención extraordinaria al colesterol y los diferentes tipos de ácidos grasos por su relación con las enfermedades coronarias, el cáncer y otras enfermedades diversas. Por eso, se preconiza la disminución de los altos contenidos grasos en nuestra dieta occidentalizada, así como el equilibrio entre grasa saturada, monoinsaturada y poliinsaturada.” (Drehmer, 2007, p.4)

### **Radicales libres (RL)**

Se forman a partir del oxígeno y aunque cerca de un 95% del oxígeno que consumimos es para obtener energía, el resto produce estas moléculas dañinas y perjudiciales para nuestra salud (Avello y Suwalsky 2006).

Según Delgado (2004) afirma:

Los Radicales libres son los agentes iniciadores de la peroxidación lipídica y son especies químicas moleculares o atómicas que poseen uno o más electrones no apareados en sus orbitales más externos. Estos electrones no apareados le confieren al Radical Libre su enorme reactividad. (p.36)

Frankel (1998) citado por Delgado (2004, p.37), menciona: “Los Radicales libres pueden originarse por la ruptura hemolítica de un enlace covalente inducida por radiaciones ionizantes (microondas, ultravioleta o radioactividad) o reacciones de oxidorreducción con iones metálicos”.

Según Avello y Suwalsky (2006) afirman:

La vida media biológica del radical libre es de microsegundos, pero tiene la capacidad de reaccionar con todo lo que esté a su alrededor provocando un gran daño a moléculas, membranas celulares y tejidos. Los radicales libres no son intrínsecamente deletéreos; de hecho, nuestro propio cuerpo los produce en cantidades moderadas para luchar contra bacterias y virus. Estas acciones se dan constantemente en las células de nuestro cuerpo, proceso que debe ser controlado con una adecuada protección antioxidante. Un antioxidante es una sustancia capaz de neutralizar la acción oxidante de los radicales libres mediante la liberación de electrones en nuestra sangre, los que son captados por los radicales libres. (p.162)

Se dice que los deportistas, al tener un mayor consumo de oxígeno, forman una mayor cantidad de estas moléculas, por lo que se recomienda aumentar el consumo de los antioxidantes, ya que los radicales libres producen la autodestrucción de las células (Rojas y Martínez, 2010).

Según Finkel y Holbrook (2000) citado por Avello y Suwalsky (2006, p.162), afirman que:

El problema para la salud se produce cuando nuestro organismo tiene que soportar un exceso de radicales libres durante años, producidos mayormente por contaminantes externos, que provienen principalmente de la contaminación atmosférica y el humo de cigarrillos, los que producen distintos tipos de radicales libres en nuestro organismo. El consumo de aceites vegetales hidrogenados tales como la margarina y el consumo de ácidos grasos trans como los de las grasas de la carne y de la leche también contribuyen al aumento de los radicales libres.

### **Estrés Oxidativo**

El mecanismo de oxidación es un proceso bioquímico de pérdida de electrones y siempre está asociado a otro de captación que llamamos reducción. Este proceso de oxidación es fundamental para la vida porque participa en los procesos de obtención de la energía celular. Sin embargo, cuando existe un desbalance a favor de las sustancias oxidantes aparece el estrés oxidativo que es una realidad compleja en todos los niveles biológicos y que no se puede medir ni definir con un solo parámetro (Rojas y Martínez, 2010).

Según Crystal y Ramón (1992); Gutteridge y Halliwell (1995); Fredderik et al. (1990) citado por Delgado (2004, p.38) afirman:

El aumento desmesurado de los oxidantes en los organismos vivos se denomina "estrés oxidativo". El grado de esta anomalía depende de la agresividad química del oxidante, de las cantidades de éstos, del tiempo de exposición, del tejido que sufre el efecto y de la eficacia de las defensas antioxidantes disponibles.

Además, hay una multitud de enfermedades que se han relacionado con el estrés oxidativo y la generación de radicales libres. Gutteridge y Halliwell (1999) citado por Avello y Suwalsky (2006, p.163) afirman:

Cuando el aumento del contenido intracelular de ERO sobrepasa las defensas antioxidantes de la célula se produce el estrés oxidativo, a través del cual se induce daño a moléculas biológicas como lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. El estrés oxidativo se presenta en diversos estados patológicos en los cuales se altera la funcionalidad celular, contribuyendo o retroalimentando el desarrollo de enfermedades degenerativas como la aterosclerosis, cardiomiopatías, enfermedades neurológicas y cáncer.

“Frederik et al. (1990); Kinsella (1989); Frankel (1982) mencionan que una de las consecuencias del "estrés oxidativo" es la peroxidación lipídica que consiste en el ataque del oxígeno sobre los ácidos grasos, principalmente los polinsaturados (PUFA) generando peróxidos e hidroperóxidos. Estos compuestos a su vez se descomponen en un gran número de subproductos, muchos de los cuales aún son desconocidos.” (Delgado, 2004, p.38)

### **Peroxidación lipídica**

La peroxidación lipídica se define como el deterioro oxidativo de los lípidos a través de la formación de peróxidos que ocasionan daños en la salud. Soledad (2007) citado por Manrique (2016, p.5) afirma: “La generación de especies reactivas de oxígeno causa la peroxidación de los lípidos de membrana, afectando a las membranas en su fluidez, potencial y permeabilidad iónica ocasionando finalmente una pérdida de su integridad”. Según Avello y Suwalsky (2006) mencionaron: “Estas son ricas en ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs) y por lo tanto vulnerables al ataque de

radicales libres que traen como consecuencia la peroxidación lipídica” (p.164).

El efecto más resaltante de la peroxidación lipídica es el daño que produce en las membranas celulares afectándolas a nivel estructural y funcional, también alterando los procesos de transporte de iones y los distintos metabolitos. Además, puede dañar el ADN, alterando las bases nitrogenadas por la formación de enlaces covalentes con malondialdehído (Delgado, 2004).

Según Dorado, Rugerio y Rivas (2003); Soledad (2007) citado por Manrique (2016, p.5) mencionaron que: “El MDA es uno de los productos finales de la peroxidación lipídica. Esta molécula reacciona con las proteínas de membrana causando alteraciones en su estructura”.

Las reacciones de peroxidación de los aceites se fomentan fundamentalmente en los ácidos grasos insaturados de los triglicéridos. El oxígeno atmosférico reacciona con el aceite en la superficie de contacto y ataca a los dobles enlaces produciendo olores desagradables en los aceites. Esta es la única reacción química de deterioro que normalmente se produce durante el periodo de almacenamiento. Otros factores como algunos metales, cobre y hierro aceleran la oxidación de las grasas y por eso deben ser evitados (Delgado, 2004).

A pesar de existir diferencias entre la alteración oxidativa que se produce a baja y a alta temperatura, la principal vía de obtención de compuestos de oxidación incluye la formación de los hidroperóxidos. El proceso general de oxidación involucra tres fases, las cuales explican toda la gama de los nuevos compuestos formados:

- Iniciación: substracción de un protón de un grupo metileno adyacente a un doble enlace formando radicales libres.

- Propagación: los radicales libres originados en la fase anterior reaccionan con el oxígeno atmosférico dando lugar a la formación de peróxidos, los cuales reaccionan con otras moléculas insaturadas para dar hidroperóxidos.
- Terminación: eliminación de los radicales del sistema para formar compuestos estables.

Los hidroperóxidos formados pueden sufrir tres tipos principales de degradación:

- Fisión: donde se producen alcoholes, aldehídos, ácidos e hidrocarburos.
- Deshidratación: que produce cetonas.
- Formación de radicales libres, que originan monómeros oxidados, dímeros y polímeros oxidables, trímeros, epóxidos, alcoholes, hidrocarburos, dímeros no polares y polímeros.

De acuerdo con este proceso, uno de los productos mayoritarios finales de degradación del ácido linoléico (principal ácido graso poliinsaturado del aceite de girasol) es el hexanal. Además, se forman otros productos de degradación, a saber: 3- nonenal, 2,4-decadienal, acetaldehído, acroleína, propanal, butanal, pentanal, heptanal, nonanal, 2,3-hexenal, 2-heptenal, 2-octenal, 2,4-nonadienal, 8-oxooctanoato de metilo, 9-oxononanoato de metilo, 10-oxodecanoato de metilo, 10-oxo-8-decenoato de metilo, 4,5-epoxi-2-decenal, pentano, hexano, 1-pentanol, 1 - octen - 3 - o 1 , 2-pentil furano, heptanoato de metilo y octanoato de metilo, son todos ellos los principales responsables de los cambios en las características organolépticas de los productos enranciadados. (Delgado, 2004, p.40)

Los productos finales estables incluyen compuestos carbonílicos de cadena corta, que son los responsables del sabor rancio y de las reacciones paralelas

que conducen a un deterioro generalizado y a la formación de los polímeros. Durante los periodos de espera (*stand by*) y de fritura, el aceite se encuentra a altas temperaturas en presencia de aire por lo que el proceso de oxidación se desarrolla con mayor velocidad. La mayor parte de estos nuevos productos son los responsables de las características del olor desagradable de los aceites usados y de los alimentos fritos. (Juárez y Sammán, 2007, p.88)

### **Efecto de la luz sobre la peroxidación**

La peroxidación de lípidos es un proceso complicado incitado por el oxígeno en presencia de factores como, calor, radicales libres, luz, pigmentos fotosensibles e iones metálicos (Pereyra *et al.*, 2009).

"Frankel (1998) menciona que la luz puede iniciar el proceso de peroxidación a través de dos mecanismos:

- Por acción directa de radiación (luz solar) de longitudes onda menores a 220 nm sobre hidroperóxidos (ROOH), peróxidos (ROOR) y compuestos carbonílicos (RCOR), generando radicales libres.
- Por oxidación fotosensibilizada en la cual se generan hidroperóxidos (ROOH) a partir de ácidos grasos insaturados o de sus ésteres en presencia de oxígeno, energía luminosa y una sustancia fotosensibilizadora (S) como clorofila, hemoproteínas, riboflavina o azul de metileno." (Delgado, 2004, p.41)

### **Aceites en la alimentación**

El consumo de aceites se ha incrementado en las últimas décadas en nuestra sociedad y son parte importante de la dieta en todo el mundo. La composición de los aceites no es estándar, ya que varía considerablemente en el aporte de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados, particularmente en el aporte de ácidos grasos omega-6 y omega-3, asociado a la fuente de origen, aportando cada uno diferentes beneficios nutricionales (Durán, Torres y Sanhuesa ,2015).

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO ,2018). El informe “*Perspectivas Alimentarias*” es una publicación de la División de Comercio y Mercados de la FAO realizada en el marco del sistema mundial de información y alerta (SMIA) afirman:

En lo que respecta a los aceites y grasas, la producción mundial debería de seguir aumentando, apoyada por la mayor producción de aceites de palma y de canola. Las previsiones indican que el consumo continuará aumentando y que la mayor utilización por parte de la industria del biodiésel contribuirá al crecimiento. Las previsiones preliminares y muy provisionales para 2018/19 apuntan a un nuevo aumento de la producción mundial de cultivos oleaginosos, que podría dar lugar a una producción sin precedentes de aceites y harinas. (p.5)

Por lo que hoy en día disponemos de muchos tipos de aceites y grasas vegetales que podemos usar en la cocina. En cualquier supermercado encontramos variedades de aceites de oliva, girasol, canola, maíz, etc. Dentro de los cuales, los aceites vegetales tienen un gran uso en los hogares, centros e instituciones, hostelería, restaurantes, etc. En estado puro, las grasas y los aceites están formados exclusivamente por triacilgliceridos, que son esteres de ácidos grasos con glicerol, motivo por el cual estos ácidos se

hallan en un alto porcentaje en la composición de los aceites (Pereyra et al., 2009).

“Las reacciones de oxidación de los aceites se producen fundamentalmente en los ácidos grasos insaturados de los triglicéridos” (Juárez y Sammán, 2007, p.87). “Generando productos primarios de oxidación como peróxidos e hidroperóxidos, y productos secundarios, en su mayoría volátiles, como aldehídos, cetonas y ácidos; o no volátiles, como dímeros, trímeros y polímeros” (Zapata *et al.*, 2015, p.142).

La presencia de dobles enlaces en la molécula de un ácido graso constituye puntos vulnerables a las reacciones de oxidación generando los peróxidos lipídicos, compuestos potencialmente tóxicos que pueden producir graves daños celulares (alteración de la permeabilidad celular, alteración de las prostaglandinas, etc.) (Drehmer, 2007).

Laguerre, Lecomte y Villeneuve (2017); Spiteller (1998) citado por Velásquez (2017, p.11) afirman: “La peroxidación de lípidos es un fenómeno complejo inducido por el oxígeno en presencia de iniciadores tales como calor, radicales libres, luz, pigmentos fotosensibles e iones metálicos” (p.11).

Alterando significativamente las propiedades nutraceuticas y sensoriales del aceite, generando olores y sabores indeseables y provocando la pérdida de valor nutricional, debido a la oxidación de omegas y a la descomposición de las vitaminas A, E y D, lo que lleva a una depreciación del producto y a un rechazo del consumidor. (Zapata *et al.*, 2015, p.142)

Otros autores Steinberg *et al.* (1989); Curber (1997); Gerber *et al.* (1997) citado por Drehmer, (2007, p.1) afirman:

Por otro lado, la grasa dietética está implicada en el comienzo y desarrollo de muchas enfermedades asociadas con la acción de especies reactivas oxigenicas (ROS), incluyendo enfermedades coronarias, hipertensión, varios tipos de cáncer, tal como el de mama, próstata y colón.

Estas patologías son enfermedades multifactoriales, pero se ha visto que un desencadenante importante es el estrés oxidativo.

Codex Alimentarius (CXS, 2017). *Informe de la 25ª Sesión del Comité del Codex sobre Grasas y Aceites*. Documento de Debate sobre la Revisión de los Límites para los Ácidos Oleico y Linoleico en los Aceites de Semilla de Girasol en la Norma para Aceites Vegetales Especificados (CODEX STAN 210-1999) refieren:

Argentina, país que preside el grupo de trabajo electrónico (eWG), presentó el punto del Programa y explicó que la propuesta era revisar los límites del ácido oleico y ácido linoleico en los aceites de semilla de girasol en función de la evidencia científica y datos proporcionados al (eWG). Dicho país reiteró que los estudios científicos demostraron que las altas temperaturas influyen en los rangos de ácidos grasos del aceite de semilla de girasol, en especial los ácidos oleico y linoleico procedentes de girasoles que se cultivan en las nuevas áreas de producción que son más cálidas que las tradicionales. Esto dificulta asignar una denominación a los aceites que no cumplen los rangos de ácido oleico y ácido linoleico en la Norma actual que asocia el producto con la semilla de la cual es extraído además de referirse a su composición. La revisión de la Norma CODEX STAN 210-1999 permitiría la inclusión de estos aceites en la Norma y su entrada al mercado internacional.

“La problemática radica en que los aceites con un alto contenido de ácidos grasos insaturados, especialmente poliinsaturados, son más susceptibles a la oxidación” (Zapata *et al.*, 2015, p.154).

Es de suponer entonces, que los aceites utilizados para consumo humano, administradas en estas condiciones sufran alteraciones por su composición y que el aldehído epidrina sea un compuesto secundario generado de la ruptura que sufren los hidroperóxidos durante la oxidación lipídica del ácido linoleico, en las emulsiones de lípidos, permitirá cambiar la forma de su uso y su condición de almacenamiento según el tipo de aceite, con el fin de evitar la peroxidación lipídica. El presente trabajo de investigación nos permitirá determinar el efecto del tiempo y condiciones de almacenamiento en los parámetros del proceso de oxidación de cinco tipos de aceites comestibles del Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.

#### **1.4. Hipótesis**

El efecto del tiempo y condiciones de almacenamiento influyen en los parámetros del proceso de oxidación de aceites comestibles del supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.

#### **1.5. Objetivos**

##### **Objetivo General**

- Determinar el efecto del tiempo y condiciones de almacenamiento en los parámetros del proceso de oxidación de aceites comestibles del Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.

## **Objetivos Específicos**

- Evaluar la influencia del efecto del tiempo y condiciones de almacenamiento en los parámetros del proceso de oxidación mediante ensayos de características organolépticas en aceites comestibles del Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.
- Evaluar la influencia del efecto del tiempo y condiciones de almacenamiento en los parámetros del proceso de oxidación mediante el índice de Peróxido en aceites comestibles del Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.
- Evaluar la influencia del efecto del tiempo y condiciones de almacenamiento en los parámetros del proceso de oxidación mediante la prueba de Kreis en aceites comestibles del Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.
- Analizar y comparar el porcentaje de ácido linoleico de cada uno de los aceites en estado fresco, utilizando el método de Cromatografía de Gases (GC).

## **II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo y Diseño de Investigación**

**Experimental – Analítico:** Este tipo de estudio valora el efecto de las variables comparándola con un grupo control y es analítico por que se realizó comparaciones entre los resultados obtenidos y los límites permitidos. Probabilístico-aleatorio porque las muestras se asignaron al azar. Es correlacional, porque se analizó el grado de relación que existe entre las variables independientes y la variable dependiente, prospectivo, debido a que los datos se recogen a medida que van sucediendo; longitudinal porque se establecerá una secuencia temporal para medición de las variables, y cohorte por la comparación de los grupos de aceites, en los que por cada ensayo se considera uno de control.

### **2.2. Población-Muestra**

#### **Población**

Aceites de cocina que tienen un gran uso en los hogares, centros e instituciones, hostelería, restaurantes, etc.; que podemos adquirir en cualquier lugar de venta de alimentos. Provenientes del supermercado llamado Carrefour, ubicado en el centro comercial llamado Arkadia, en las principales calles del centro de Varsovia – Polonia.

#### **Muestra**

El método de selección de la muestra fue por muestreo probabilístico, aleatorio simple de tipo no intencional debido a que se tomaron las muestras al azar de cada tipo de aceite, en el supermercado llamado Carrefour, ubicado en el centro comercial llamado Arkadia, en las principales calles del centro de

Varsovia – Polonia, donde existe mayor demanda de todo tipo de aceites de cocina y es muy frecuentado por turistas.

El en cuadro siguiente se muestra el listado de los aceites comestibles con su respectivo nombre común, nombre científico, cantidad de mililitros por embace y fecha de vencimiento de cada aceite, las muestras fueron seleccionadas en el mes de junio del 2018. Este muestreo se utilizó para todos los ensayos fisicoquímicos y organolépticos.

MUESTRAS	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD EN MILILITROS	VENCIMIENTO
1.	<i>Brassicinapus</i>	Canola	1 Litro	29-06-2019
2.	<i>Oleaeuropea</i>	Olivo extra virgen	750 ml	22-06-2019
3.	<i>Linumusatissimum</i>	Linaza	750 ml	15-05-2019
4.	<i>Oleumorrhuae</i>	Hígado de bacalao	250 ml	09-06-2019
5.	<i>Helianthusannuus</i>	Girasol	250 ml	18-04-2019

**Leyenda:** *La lista de aceites están aptos para su comercialización a nivel mundial según las normas para aceites Codex Stan 210-1999, Enmendada en 2019.*

### **Criterios de inclusión y exclusión**

#### **- Criterios de inclusión**

Este muestreo se utilizó para todos los ensayos fisicoquímicos, organolépticos. Aceites que presentaron el nombre y la dirección del fabricante o envasador como señal de identificación, para asegurarnos que sean aceites aptos para su comercialización y no de procedencia clandestina, según las disposiciones de la Norma General del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Pre-ensados (Codex Alimentarius [CXS], 1999).

Se tuvo en cuenta las características de calidad, en base a su color y olor característico del producto, además de estar exento de olores y colores

rancios, con la finalidad que sean aceites en buen estado y no alterados, aparte de presentar una fecha de vencimiento similar entre los cinco aceites y estar dentro de la fecha del estudio.

- **Criterios de exclusión**

Aceites de procedencia dudosa, que no cumplan con los requisitos de etiquetado en el envase, quiere decir con el nombre del alimento, identificación del lote, nombre y la dirección del fabricante o envasador, que deberían figurar en el envase.

Aceites que no tengan similitud en las fechas de vencimiento y tampoco Minimarket locales o mercados ambulantes de comercialización de alimentos.

### **2.3. Técnicas e instrumentos de investigación**

#### **2.3.1. Ensayos organolépticos**

**2.3.1.1. Fundamento:** Las características o propiedades organolépticas de un cuerpo son todas aquellas que pueden percibirse de forma directa por los sentidos (todos ellos, no sólo la vista), sin utilizar aparatos o instrumentos de estudio. Según lo establecido en las Normas del Codex para aceites vegetales especificados, donde refiere que el color, olor y sabor de cada producto deberán ser característicos del producto designado, que deberá estar exento de olores y sabores extraños o rancios (Codex Alimentarius [CXS], 1999).

**2.3.1.2. Examinación Organoléptica:** Esta se basa en la determinación de su color y olor (Codex Alimentarius [CXS], 1999).

**2.3.1.2.1. Color:** Definición conceptual: Impresión que los rayos de luz reflejados por un cuerpo producen en la retina del ojo.

**2.3.1.2.2. Procedimiento:** Se realizó la evaluación juntamente con las pruebas de Índice de Peróxido y Prueba de Kreis, quiere decir en fresco libre de alteración, a los 30 y 61 días, solo se tomó por cada muestra 2ml de aceite. El análisis se realizó sobre un fondo blanco (Codex Alimentarius [CXS], 1999).

**2.3.1.2.3. Expresión:**

- ✓ Amarillo: Sin alteración
- ✓ Amarillo ámbar: Poco alterado
- ✓ Pardo rojizo: Alterado
- ✓ Pardo: Muy alterado
- ✓ Negruzco: Totalmente alterado

**2.3.1.2.1. Olor:** Definición conceptual: Impresión que producen en el olfato las emanaciones que despiden las sustancias.

**2.3.1.2.2. Procedimiento:** Se realizó la evaluación juntamente con las pruebas de Índice de Peróxido y Prueba de Kreis, quiere decir en fresco libre de alteración, al mes y a los dos meses, solo se tomó por cada muestra 2ml de aceite. Se evaluó el olor de la muestra, según las características del aceite en estado fresco (Codex Alimentarius [CXS], 1999).

**2.3.1.2.3. Expresión:**

- ✓ Característico: Sin alteración.
- ✓ Rancio: Alterado

**2.3.1.3. Procedimiento:** Se tomó 2ml de la muestra a trabajar y se examinó a simple vista las características externas.

**2.3.2. Ensayos fisicoquímicos**

**2.3.2.1. Métodos cuantitativos**

**2.3.2.1.1 Determinación del efecto del tiempo y condiciones de almacenamiento en los parámetros del proceso de oxidación (Índice de peróxido)**

**2.3.2.1.1.1. Fundamento:** Índice de Peróxidos estandarizado según normas: De conformidad con AOCS Cd 8b-90 (03); o ISO 3960: 2001 (Codex Alimentarius [CXS], 1999). Association of Official Analytical Chemists (A.O.C.A 965.33 1990) American Oil Chemists' Society (A.O.C.A.S Cd 8-53 1963) citado por Pereyra et al (2009, p. 57). Aprobado también por las Normas Técnicas Peruanas (NTP 209.006:1968) citado por Uría (2016).

Este método determina todas las sustancias que, bajo las condiciones de test, oxidan al ioduro de potasio y las expresa en miliequivalentes de peróxidos por 1000 gr de muestra. Es utilizada para determinar el estado de conservación del alimento a través de determinación de peróxidos como producto resultante primario de la oxidación del aceite, los cuales destruyen vitaminas liposolubles A, D, E, caroteno y parte de los ácidos grasos esenciales y paraliza la biosíntesis de la vitamina K. El índice de Peróxidos indica en qué grado se ha oxidado el aceite analizado, además consiste en liberar el yodo proveniente de la mezcla de la muestra con ácido acético y cloroformo, luego titularlo, con una solución estandarizada de tiosulfato sódico y almidón como indicador.

**2.3.2.1.1.2. Reactivos:**

- ✓ Disolvente: Cloroformo - ácido acético: Mezclar tres volúmenes de ácido acético y dos de cloroformo.
- ✓ Solución de Ioduro de Potasio saturado: Controlar añadiendo 2 gotas de una solución al 1% de almidón soluble. Descartar si adquiere color azul y necesita más de 1 gota de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  al 0,1 N para decolorarla.
- ✓ Soluciones patrón de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1 N y 0,01 N: Preparar esta última solución inmediatamente antes de usarla, por dilución de la primera con agua destilada recientemente hervida. Valorar ambas soluciones diariamente con  $\text{KIO}_3$ , previo al ensayo.

#### 2.3.2.1.1.2. Procedimiento:

Pesamos 1 gr de aceite o grasa, con la precisión hasta el cuarto decimal, en un tubo de vidrio pequeño. Colocamos el tubo con el aceite en un matraz de 200 ml con un tapón de vidrio y disolvimos el aceite en 20 ml de ácido acético glacial y mezcla de cloroformo (3: 2). Las grasas sólidas deben fundirse antes del análisis a una temperatura que no exceda los 50 °C. Después agregamos 1 ml de solución saturada de yoduro de potasio. Luego cerramos el matraz y lo sacudimos vigorosamente durante 1 min, agregamos 30 ml de agua destilada y 5 gotas de solución de almidón al 1%. Se valora la muestra con tiosulfato sódico 0,01 M hasta que se decolore el color azul oscuro del complejo almidón - triyoduro. De la misma manera, se realizó la prueba en blanco, sin un aceite o grasa, donde el valor de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  no debe exceder de 0,1 ml.

#### 2.3.2.1.1.3. Técnica: Lea Number

**7.5.2.1.1.3.1. Fundamento:** La cantidad de mililitros de 0,002M  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  que se requiere para valorar  $\text{I}_2$  liberado de KI en su reacción con peróxidos presentes en 1 gr del aceite / grasa.

#### 7.5.2.1.1.3.2. Cálculos:

$$\text{Lea number} = ((a - b) / g) \times 5$$

Dónde:

- ✓ Cantidad de ml de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0.002 M requerida para valorar la muestra.
- ✓ Cantidad de ml de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0.002 M requerida para valorar el blanco.
- ✓ Cantidad de gramos de la muestra

- ✓ 5 - la diferencia en la concentración del valorante (0.01 M) y Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de la definición del número Lea (0.002 M).

*Las Diferencias entre los Análisis Paralelos no deben exceder los siguientes números:*

Evaluación de Peróxido en ml de 0,002 M Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Diferencia Aceptable
0.1 – 3.0	0.1
3.1 – 10.0	0.3
> 10	0.5

**Leyenda:** *El número Lea no debe exceder de 3 para la mayoría de los aceites vegetales y 10 para el caso del aceite de oliva (Codex Alimentarius [CXS], 1999).*

### **2.3.2.1.2. Análisis y comparación de la composición de los aceites comestibles**

**2.3.2.1.2.1. Fundamento:** Cromatografía de gases método estandarizado según la Norma Española (U.N.E. 55-037-73, 1973) citado por Escalera y Caba (2015), se menciona:

La cromatografía de gases es una técnica de separación en la que una fase gaseosa atraviesa una columna rellena de líquido. Si a la entrada de la columna se colocan varios compuestos (en estado gaseoso), estos serán arrastrados por el gas, dependiendo de su coeficiente de reparto irán quedando más o menos tiempo en el líquido, lo que provoca la separación de los tres compuestos, saliendo antes aquel que haya permanecido más tiempo en la fase móvil. A la salida se coloca un aparato que detecta la salida de los compuestos. La velocidad de los componentes de la muestra dependerá entonces de la velocidad que demos al gas, al que llamaremos gas portador y de su naturaleza, así como la de la fase estacionaria. El detector colocado al final de la columna envía una señal que se refleja en forma de picos, cada uno correspondiente a un componente de la muestra. El primer pico que aparece se denomina pico del aire y corresponde a la detección de una cantidad muy pequeña de aire que entra en la columna cuando se introduce la muestra en el cromatografo.

#### **2.3.2.1.2.2. Procedimiento:**

Según la Norma Española (U.N.E. 55-037-73) citado por Escalera y Caba (2015), menciona que se colocó 1 gota de aceite estudiado en un reacti-vial. Después se agregó 0,25 ml de NaOH 0,5 M en metanol y se calentó durante 15 minutos, en atmósfera de N<sub>2</sub> a 80°C. Después se añadió 0,5 ml de trifluoruro de boro al 14% en metanol y se calentó de nuevo durante 15 min a 80°C.

Se dejó enfriar el vial, luego se agregó 0,5 ml de agua y 0,5 ml de hexano, después se mezcló en un vortex durante 1 min. Luego recogimos la capa superior de hexano en un vial nuevo con Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidro.

Después se transfirió 100 ul de una muestra seca a otro vial y se agregó 900 ul de metanol. Al final se inyectó 1ul al cromatógrafo de gases.

#### **2.3.2.1.2.3. Expresión:**

Área de picos = cantidad de ácido grasos

#### **2.3.2.2. Métodos cualitativos**

##### **2.3.2.2.1. Determinación del efecto del tiempo y condiciones de almacenamiento en los parámetros del proceso de oxidación (ensayo de Kreis)**

**2.3.3.1.2. Fundamento:** Ensayo de Kreis estandarizado según las Normas Técnicas Peruanas (NTP 209.151:1981) citado por Urías (2018), menciona que es uno de los primeros métodos para evaluar la peroxidación de la grasa. Durante la rancidez de grasa o aceite rico en ácidos grasos insaturados (por ejemplo, ácido linoleico o ácido linolénico) se forman aldehídos como productos de degradación de peróxidos, entre otros aldehídos epidrina. En la grasa o aceite rancio se forma acetales, de los cuales puede liberarse con

ácido clorhídrico concentrado. Entonces el aldehído epihidrínico reacciona con la floroglucina o la resorcina dando un color rosado a violeta.

Los aldehídos pertenecen a productos secundarios de la peroxidación lipídica, se sintetizan durante la descomposición de peróxidos, además de ellos, se crean ácidos grasos de cadena corta, algunos de ellos influyen en el olor desagradable y el sabor de aceites o grasas. La presencia de aldehído epihidrínico en aceites o grasas indica ranciedad del aldehído, por lo que el método se basa en la producción de color rosado a violeta, según su concentración del aldehído en la muestra.

#### **2.3.3.1.3. Reactivos:**

- ✓ Ácido clorhídrico concentrado
- ✓ Solución de resorcina en benceno al 0.15%

#### **2.3.3.1.4. Procedimiento:**

Se vertió 2 ml del aceite en el tubo de ensayo y se colocó luego un tapón, después se agregó 2 ml de ácido clorhídrico concentrado y se agito durante un minuto, luego dejamos reposar durante unos segundos, como la mezcla no se tiñó en esta etapa, por lo tanto, se añadió 2 ml de la solución al 0,15% de resorcina en benceno y luego se agito con fuerza. En presencia de aldehído epihidrínico apareció un color rosa (resorcina) en una capa ácida que indica ranciedad de aldehído.

### 2.3.3.1.5. Expresión:

- ✓ Rojo: sin aldehído epidrínico en la muestra, no hay rancidez.
- ✓ Rosa: poco aldehído epidrínico en la muestra, hay rancidez.
- ✓ Violeta: mucho aldehído epidrínico en la muestra, hay rancidez

## 2.4. Procesamiento y análisis de la información.

Los datos fueron expresados mediante la estadística descriptiva con el objetivo de describir las características y comportamientos de las muestras analizadas, utilizándose los valores promedios (medios)  $\pm$  desviación estándar ( $\sigma$ ), por lo que la información se presentó mediante tablas y figuras, que se elaboraron en el programa de Microsoft Excel. Para alcanzar los objetivos específicos – prueba de los efectos o tratamientos, se hizo la evaluación estadística basada en el modelo experimental y diseño experimental con dos factores:

- ❖ Variable Respuesta: Índice de peróxido -
- ❖ Modelo del Diseño en bloque completamente al azar

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ij}$$

Donde

$Y_{ij}$ : Rendimiento índice de peróxido de la  $i$ -ésima condición de almacenamiento del  $j$ -ésimo tiempo

$\alpha_i$ = Efecto de la  $i$ -ésima condición de almacenamiento:

- ❖ Frigider
- ❖ Armario
- ❖ Ventana

$\beta_j$ = Efecto de la  $j$ -ésimo tiempo:

- ❖ Fresco: 0 días

❖ 30 días

❖ 61 días

**$\alpha\beta_{ij}$  = Efecto de la i-ésima condición de almacenamiento y el j-ésimo tiempo:**

T<sub>00</sub>: 0 días - Fresco

T<sub>11</sub>: 30 días - Frigider

T<sub>12</sub>: 30 días - Armario

T<sub>13</sub>: 30 días - Ventana

### III. RESULTADOS

**Tabla 1**

*Análisis de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

TIEMPO	TIPO DE ALMACENAMIENTO	TIEMPO vs ALMACENAMIENTO	Canola	Olive	Linaza	Hígado	Girasol
0 días	Fresco	0 DIAS + FRESCO	0.85	7.12	1.17	1.41	4.7
0 días	Fresco	0 DIAS + FRESCO	2.1	4.79	2.13	1.71	4.6
0 días	Fresco	0 DIAS + FRESCO	1.53	5.96	1.72	1.82	4.65
30 días	Frigider	30 DIAS + FRIGIDER	2.21	6.19	1.93	2.2	6.51
30 días	Frigider	30 DIAS + FRIGIDER	1.89	5.17	2.11	2.37	6.83
30 días	Frigider	30 DIAS + FRIGIDER	1.4	5.04	2.41	1.88	7.88
30 días	Armario	30 DIAS + ARMARIO	2.47	5.85	2.18	26.72	14.97
30 días	Armario	30 DIAS + ARMARIO	2.06	6.19	2.34	25.06	16.03
30 días	Armario	30 DIAS + ARMARIO	1.85	5.73	2.48	25.5	14.15
30 días	Ventana	30 DIAS + VENTANA	33.6	38.49	11.42	19.31	38.62
30 días	Ventana	30 DIAS + VENTANA	32.08	39.5	11.84	18	39.45
30 días	Ventana	30 DIAS + VENTANA	31.29	39.96	12.51	19.75	38.48
61 días	Frigider	61 DIAS + FRIGIDER	2.67	9.29	2.47	7.88	7.12
61 días	Frigider	61 DIAS + FRIGIDER	1.79	5.15	1.41	8.07	8.32
61 días	Frigider	61 DIAS + FRIGIDER	1.63	5.51	2.25	7.97	7.2

61 días	Armario	61 DIAS + ARMARIO	8.42	8.36	4.75	22.51	33.53
61 días	Armario	61 DIAS + ARMARIO	7.89	7.95	5.39	21.73	33.18
61 días	Armario	61 DIAS + ARMARIO	7.9	7.75	4.62	21.52	35.04
61 días	Ventana	61 DIAS + VENTANA	54.63	67.61	27.27	38.77	66.65
61 días	Ventana	61 DIAS + VENTANA	56.47	68.76	26	37.53	65.64
61 días	Ventana	61 DIAS + VENTANA	54.98	68.71	26.33	37.8	65.9

**Fuente:** *El Lea Number no debe exceder de 3 para la mayoría de los aceites vegetales y 10 para el caso del aceite de oliva*

\*Los valores referenciales están de conformidad con AOCS Cd 8b-90 (03); o ISO 3960: 2001, correspondiente a la norma para aceites vegetales especificados en el Codex Stan 210-1999, Adoptada en 1999. Revisada en 2001, 2003, 2009, 2017, 2019. Enmendada en 2005, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019. Aprobado por las Normas Técnicas Peruanas (NTP 209.006:1968).

**Tabla 2**

*Estadísticos de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de Canola, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

<b>TIEMPO Y CONDICION DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Límites Permitidos</b>
0 DIAS + FRESCO	1.4933	0.62581	0.1 – 3.0
30 DIAS + FRIGIDER	1.8333	0.40796	0.1 – 3.0
30 DIAS + ARMARIO	2.1267	0.31533	0.1 – 3.0
<b>30 DIAS + VENTANA</b>	<b>32.3233</b>	<b>1.17407</b>	<b>0.1 – 3.0</b>
61 DIAS + FRIGIDER	2.0300	0.56000	0.1 – 3.0
<b>61 DIAS + ARMARIO</b>	<b>8.0700</b>	<b>0.30315</b>	<b>0.1 – 3.0</b>
<b>61 DIAS + VENTANA</b>	<b>55.3600</b>	<b>0.97709</b>	<b>0.1 – 3.0</b>
<b>Total</b>	<b>14.7481</b>	<b>20.00728</b>	<b>0.1 – 3.0</b>

**Fuente: Tabla 1, Análisis de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina.**

Basados en Codex Alimentarius [CXS] donde indica que, *El número Lea no debe exceder de 3 para la mayoría de los aceites vegetales y 10 para el caso del aceite de oliva*, se observa en la tabla 2 que en promedio las exposiciones a diferentes condiciones de almacenamiento así como los días transcurridos no sobrepasan de los límites permisibles (0.1 – 3.0) de para el índice de peróxido, a excepción de la exposición a la ventana a los 30 días ( $32.3233 \pm 1.17407$ ) y la exposición a la ventana a los 61 días ( $55.3600 \pm 0.97709$ ) y armario a los 61 días ( $8.0700 \pm 0.30315$ ).

**Tabla 3**

*Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Aceite de Canola, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Tipo III de suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>TIEMPO</b>	425.639	1	425.639	877.313	0.000
<b>ALMACENAMIENTO</b>	6535.044	2	3267.522	6734.910	0.000
<b>TIEMPO * ALMACENAMIENTO</b>	423.436	2	211.718	436.386	0.000
<b>Error</b>	6.792	14	0.485		
<b>Total</b>	<b>12573.454</b>	<b>21</b>			

Al realizar al análisis de varianza encontramos que tanto los niveles del tiempo (0, 30 y 61 días) como los niveles de condición de almacenamiento (Fresco, Frigider. Armario y Ventana) presentan diferencias significativas. A su vez los tratamientos derivados de los niveles del tiempo y condición de almacenamiento, también presenta diferencias significativas para un  $p < 0.05$ . Asimismo, al existir las referidas diferencias, se procedió a realizar las pruebas post ANVA – Análisis de honestidad de Tukey, donde se reportó lo siguiente plasmado en la Tabla 4.

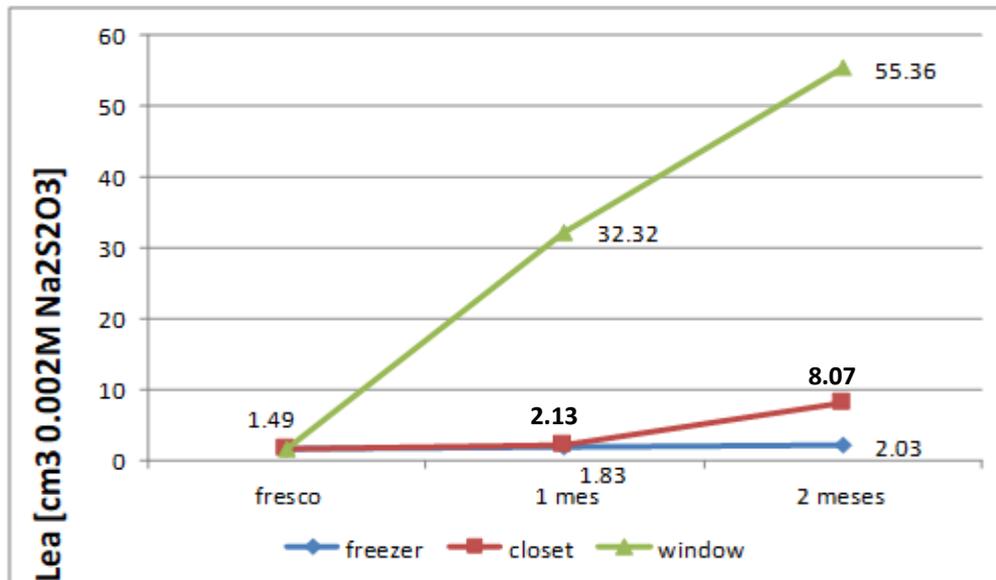
**Tabla 4.**

*Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Aceite de Canola según la prueba de honestidad de Tukey, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

TIEMPO Y CONDICION DE ALMACENAMIENTO	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
0 DIAS + FRESCO	3	1.4933			
30 DIAS + FRIGIDER	3	1.8333			
61 DIAS + FRIGIDER	3	2.0300			
30 DIAS + ARMARIO	3	2.1267			
61 DIAS + ARMARIO	3		8.0700		
30 DIAS + VENTANA	3			32.3233	
61 DIAS + VENTANA	3				55.3600
<b>Sig.</b>		<b>0.914</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

**Fuente: Resultado de índice de peróxido de aceite de Canola.**

Al verificar la prueba de Honestidad de Tukey, observamos que la combinación de niveles de los factores tiempo y condición de almacenamiento los días 0-Fresco, 30 días – Frigider, 61 días-Frigider y 30 días – Armario, no presentan diferencias significativas entre sí, no obstante, a 30, 61 días vs ventana y 61 días vs armario, se reportó diferencias significativas entre ellas, por lo que es posible concluir que el tiempo a 61 días y en la condición ventana se produce efecto significativo en el índice de peróxido para el aceite de canola.



**Figura 1**

Valor promedio de peróxido de las muestras de Aceite de Canola en función del tiempo y las condiciones de almacenamiento; en estado fresco, al mes y dos meses, según la técnica Lea Number.

**Tabla 5**

*Estadísticos de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Oliva extra virgen, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

TIEMPO Y CONDICION DE ALMACENAMIENTO	Media	Desviación Estándar	Límites Permitidos
0 DIAS + FRESCO	5.9567	1.16500	3.1 – 10.0
30 DIAS + FRIGIDER	5.4667	0.62979	3.1 – 10.0
30 DIAS + ARMARIO	5.9233	0.23861	3.1 – 10.0
<b>30 DIAS + VENTANA</b>	<b>39.3167</b>	<b>0.75195</b>	<b>&lt; 10</b>
61 DIAS + FRIGIDER	6.6500	2.29338	3.1 – 10.0
61 DIAS + ARMARIO	8.0200	0.31097	3.1 – 10.0
<b>61 DIAS + VENTANA</b>	<b>68.3600</b>	<b>0.65000</b>	<b>&lt; 10</b>
<b>Total</b>	<b>19.9562</b>	<b>23.38453</b>	<b>3.1 – 10.0</b>

Fuente: Tabla 1 Análisis de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina.

Basados en Codex Alimentarius [CXS] donde indica que, *El número Lea no debe exceder de 3 para la mayoría de los aceites vegetales y 10 para el caso del aceite de oliva*, se observa en la tabla 5 que en promedio las exposiciones a diferentes

condiciones de almacenamiento así como los días transcurridos no sobrepasan de los límites permisibles (3.0 – 10.0) para el índice de peróxido, a excepción de la exposición a la ventana a los 30 días ( $39.3167 \pm 0.75195$ ) y la exposición a la ventana a los 61 días ( $68.3600 \pm 0.65000$ ).

**Tabla 6**

*Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de Oliva extra virgen, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

Fuente de Variación	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>TIEMPO</b>	522.399	1	522.399	448.409	0.000
<b>ALMACENAMIENTO</b>	8960.494	2	4480.247	3845.690	0.000
<b>TIEMPO * ALMACENAMIENTO</b>	751.568	2	375.784	322.560	0.000
<b>Error</b>	16.310	14	1.165		
<b>Total</b>	<b>19299.965</b>	<b>21</b>			

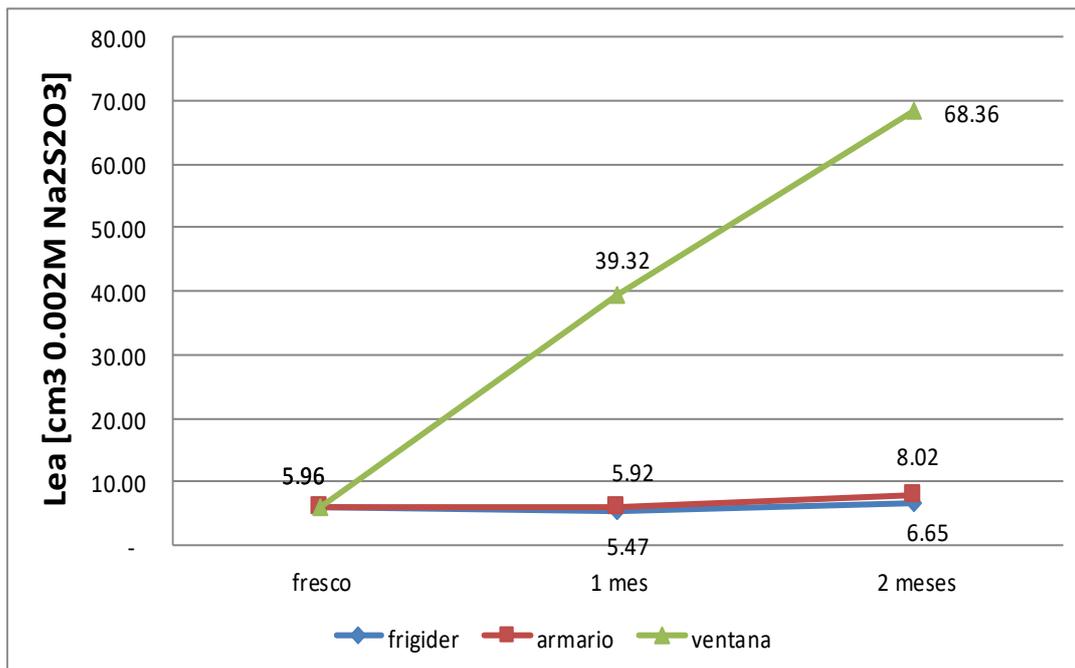
Al realizar el análisis de varianza encontramos que tanto los niveles del tiempo (0, 30 y 61 días) como los niveles de condición de almacenamiento (Fresco, Frigider. Armario y Ventana) presentan diferencias significativas. A su vez los tratamientos derivados de los niveles del tiempo y condición de almacenamiento, también presenta diferencias significativas para un  $p < 0.05$ . Asimismo, al existir las referidas diferencias, se procedió a realizar las pruebas post ANVA – Análisis de honestidad de Tukey, donde se reportó lo siguiente en la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Aceite de Oliva extra Virgen según la prueba de honestidad de Tukey, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

TIEMPO Y CONDICION DE ALMACENAMIENTO	N	Subconjunto		
		1	2	3
30 DIAS + FRIGIDER	3	5.4667		
30 DIAS + ARMARIO	3	5.9233		
0 DIAS + FRESCO	3	5.9567		
61 DIAS + FRIGIDER	3	5.6500		
61 DIAS + ARMARIO	3	3.0200		
30 DIAS + VENTANA	3		39.3167	
61 DIAS + VENTANA	3			68.3600
<b>Sig.</b>		<b>0.122</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

Al verificar la prueba de Honestidad de Tukey, observamos que la combinación de niveles de los factores tiempo y condición de almacenamiento los días 0-Fresco, 30 días – Frigider, 30 días-Armario, 61 días Frigider y 61 días armario; no presentan diferencias significativas entre sí, no obstante, a 30,61 días vs ventana se reportó diferencias significativas entre ellas, por lo que es posible concluir que el tiempo a los 61 días, y el acondicionamiento en la ventana produce efecto significativo en el índice de peróxido para el aceite de oliva extra virgen.



**Figura 2**

Valor promedio de peróxido de las muestras de Aceite de Oliva extra virgen en función del tiempo y las condiciones de almacenamiento; en estado fresco, al mes y dos meses, según la técnica Lea Number.

**Tabla 8.**

*Estadísticos de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Linaza, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

TIEMPO Y CONDICION DE ALMACENAMIENTO	Media	Desviación Estándar	Límites Permitidos
0 DIAS + FRESCO	1.6733	0.48170	0.1 – 3.0
30 DIAS + FRIGIDER	2.1500	0.24249	0.1 – 3.0
30 DIAS + ARMARIO	2.3333	0.15011	0.1 – 3.0
30 DIAS + VENTANA	11.9233	0.54976	0.1 – 3.0
61 DIAS + FRIGIDER	2.0433	0.55940	0.1 – 3.0
61 DIAS + ARMARIO	4.9200	0.41219	0.1 – 3.0
61 DIAS + VENTANA	26.5333	0.65896	0.1 – 3.0
<b>Total</b>	<b>7.3681</b>	<b>8.73297</b>	<b>0.1 – 3.0</b>

Fuente: Tabla 1, Análisis de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina.

Basados en Codex Alimentarius [CXS] donde indica que, el número Lea no debe exceder de 3 para la mayoría de los aceites vegetales y 10 para el caso del aceite de

oliva, se observa en la tabla 8 que en promedio las exposiciones a diferentes condiciones de almacenamiento así como los días transcurridos no sobrepasan de los límites permisibles (0.1 – 3.0) para el índice de peróxido, a excepción de la exposición a la ventana a los 30 días ( $11.9233 \pm 0.54976$ ), el acondicionamiento armario a los 61 días ( $4.9200 \pm 0.41219$ ) y la exposición a la ventana a los 61 días ( $26.5333 \pm 0.65896$ ).

**Tabla 9**

*Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de Linaza, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

Fuente de Variación	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>TIEMPO</b>	146.034	1	146.034	666.967	0.000
<b>ALMACENAMIENTO</b>	1078.494	2	539.247	2462.850	0.000
<b>TIEMPO * ALMACENAMIENTO</b>	184.197	2	92.099	420.634	0.000
<b>Error</b>	3.065	14	0.219		
<b>Total</b>	<b>2665.362</b>	<b>21</b>			

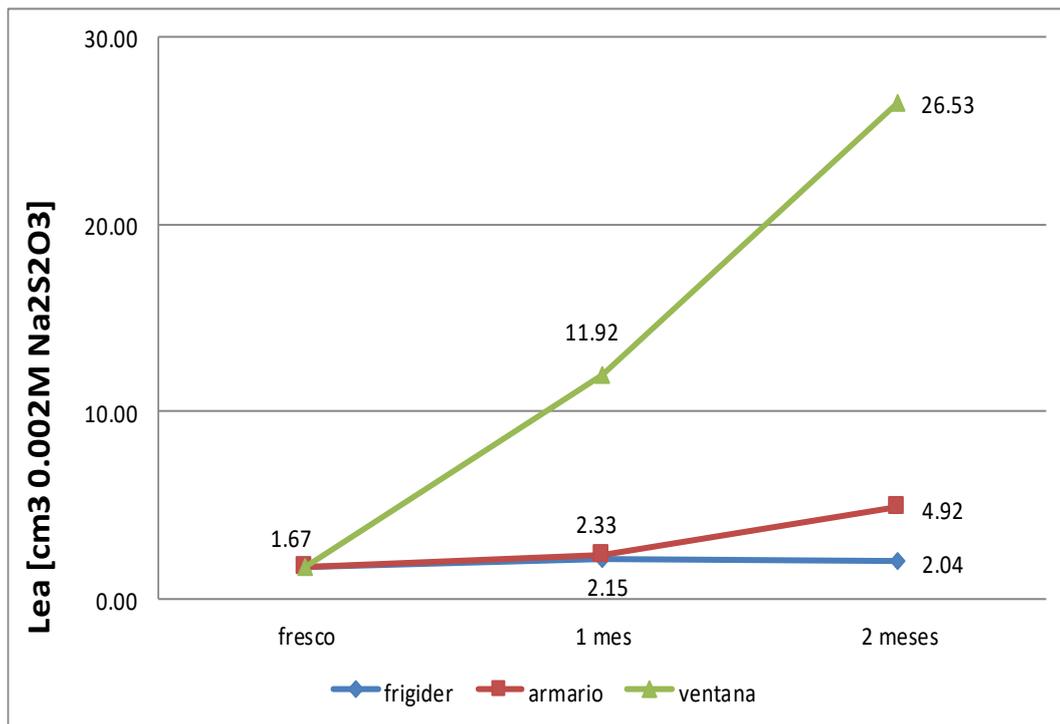
Al realizar al análisis de varianza encontramos que tanto los niveles del tiempo (0, 30 y 61 días) como los niveles de condición de almacenamiento (Fresco, Frigider. Armario y Ventana) presentan diferencias significativas. A su vez los tratamientos derivados de los niveles del tiempo y condición de almacenamiento, también presenta diferencias significativas para un  $p < 0.05$ . Asimismo, al existir las referidas diferencias, se procedió a realizar las pruebas post ANVA – Análisis de honestidad de Tukey, donde se reportó lo siguiente en la Tabla 10.

**Tabla 10**

*Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Linaza según la prueba de honestidad de Tukey, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

TIEMPO Y CONDICION DE ALMACENAMIENTO	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
0 DIAS + FRESCO	3	1.6733			
61 DIAS + FRIGIDER	3	2.0433			
30 DIAS + FRIGIDER	3	2.1500			
30 DIAS + ARMARIO	3	2.3333			
61 DIAS + ARMARIO	3		4.9200		
30 DIAS + VENTANA	3			11.9233	
61 DIAS + VENTANA	3				26.5333
<b>Sig.</b>		<b>0.611</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

Al verificar la prueba de Honestidad de Tukey, observamos que la combinación de niveles de los factores tiempo y condición de almacenamiento los días 0-Fresco, 61 días – Frigider, 30 días-Frigider y 30 días – armario, no presentan diferencias significativas entre sí, no obstante, a 61- días vs armario y 30 y 61 días vs ventana, se reportó diferencias significativas entre ellas, por lo que es posible concluir que el tiempo a 61 días, y el acondicionamiento en la ventana produce efecto significativo en el índice de peróxido para el aceite de Linaza.



**Figura 3**

Valor promedio de peróxido de las muestras de Aceite de Linaza en función del tiempo y las condiciones de almacenamiento; en estado fresco, al mes y dos meses, según la técnica Lea Number.

**Tabla 11**

*Estadísticos de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Hígado de Bacalao, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

TIEMPO Y CONDICION DE ALMACENAMIENTO	Media	Desviación Estándar	Límites Permitidos
0 DIAS + FRESCO	1.6467	0.21221	0.1 – 3.0
30 DIAS + FRIGIDER	2.1500	0.24880	0.1 – 3.0
30 DIAS + ARMARIO	25.7600	0.86000	0.1 – 3.0
30 DIAS + VENTANA	19.0200	0.91033	0.1 – 3.0
61 DIAS + FRIGIDER	7.9733	0.09504	0.1 – 3.0
61 DIAS + ARMARIO	21.9200	0.52163	0.1 – 3.0
61 DIAS + VENTANA	38.0333	0.65210	0.1 – 3.0
<b>Total</b>	<b>16.6433</b>	<b>12.76235</b>	<b>0.1 – 3.0</b>

Fuente: Tabla 1, Análisis de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina.

Basados en Codex Alimentarius [CXS] donde indica que, *El número Lea no debe exceder de 3 para la mayoría de los aceites vegetales y 10 para el caso del aceite de oliva*, se observa en la tabla 11 que en promedio las exposiciones a diferentes condiciones de almacenamiento así como los días transcurridos no sobrepasan de los límites permisibles (0.1 – 3.0) para el índice de peróxido, a excepción del acondicionamiento en el armario a los 30 días ( $25.7600 \pm 0.86000$ ) y a los 61 días ( $21.9200 \pm 0.52163$ ) así como la exposición a la ventana a los 30 días ( $19.0200 \pm 0.91033$ ) y a los 61 días ( $38.0333 \pm 0.65210$ ).

**Tabla 12**

*Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de Hígado de Bacalao, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

Fuente de Variación	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>TIEMPO</b>	220.430	1	220.430	647.888	0.000
<b>ALMACENAMIENTO</b>	1850.394	2	925.197	2719.339	0.000
<b>TIEMPO * ALMACENAMIENTO</b>	394.815	2	197.408	580.221	0.000
<b>Error</b>	4.763	14	0.340		
<b>Total</b>	<b>9074.564</b>	<b>21</b>			

Al realizar al análisis de varianza encontramos que tanto los niveles del tiempo (0, 30 y 61 días) como los niveles de condición de almacenamiento (Fresco, Frigider, Armario y Ventana) presentan diferencias significativas. A su vez los tratamientos derivados de los niveles del tiempo y condición de almacenamiento, también presenta diferencias significativas para un  $p < 0.05$ . Asimismo, al existir las referidas

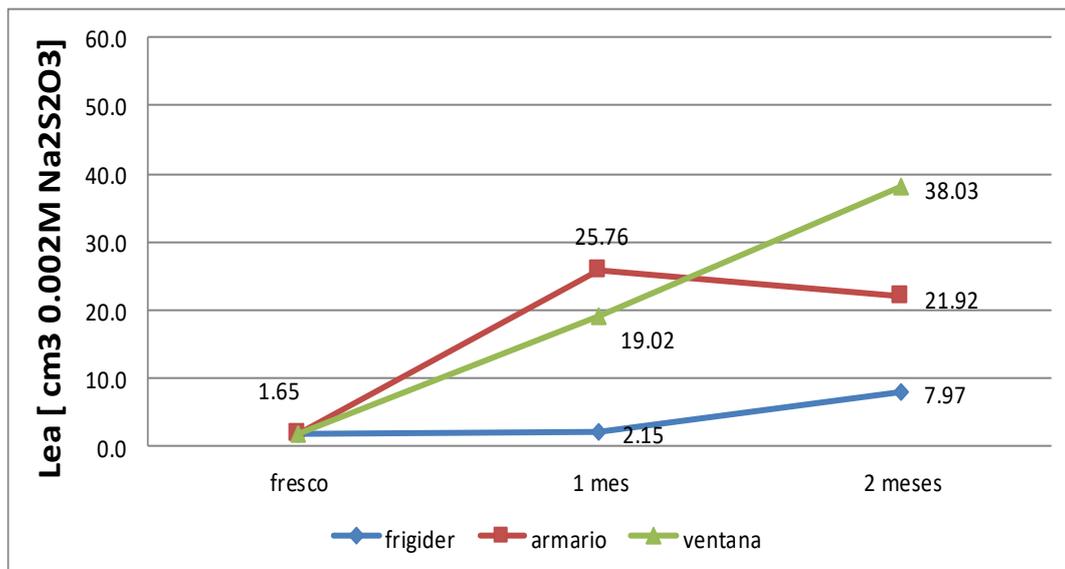
diferencias, se procedió a realizar las pruebas post ANVA – Análisis de honestidad de Tukey, donde se reportó lo siguiente en la tabla 13.

**Tabla 13**

*Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Hígado de Bacalao según la prueba de honestidad de Tukey, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

TIEMPO Y CONDICION DE ALMACENAMIENTO	N	Subconjunto					
		1	2	3	4	5	6
0 DIAS + FRESCO	3	1.6467					
30 DIAS + FRIGIDER	3	2.1500					
61 DIAS + FRIGIDER	3		7.9733				
30 DIAS + VENTANA	3			19.0200			
61 DIAS + ARMARIO	3				21.9200		
30 DIAS + ARMARIO	3					25.7600	
61 DIAS + VENTANA	3						38.0333
<b>Sig.</b>		<b>0.931</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

Al verificar la prueba de Honestidad de Tukey, observamos que la combinación de niveles de los factores tiempo y condición de almacenamiento los días 0-Fresco, 30 días – Frigider, no presentan diferencias significativas entre sí, no obstante, se evidencio diferencias significativas a los 61 días vs Frigider, 30 y 61días vs ventana y 30 y 61 días vs armario , por lo que es posible concluir que el tiempo a 61 días en la condición ventana produce efecto significativo en el índice de peróxido para el aceite de Hígado de Bacalao.



**Figura 4**

Valor promedio de peróxido de las muestras de Aceite de Hígado de Bacalao en función del tiempo y las condiciones de almacenamiento; en estado fresco, al mes y dos meses, según la técnica Lea Number.

**Tabla 14**

*Estadísticos de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Girasol, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

TIEMPO Y CONDICION DE ALMACENAMIENTO	Media	Desviación Estándar	Límites Permitidos
0 DIAS + FRESCO	4.6500	0.05000	0.1 – 3.0
30 DIAS + FRIGIDER	7.0733	0.71668	0.1 – 3.0
30 DIAS + ARMARIO	15.0500	0.94255	0.1 – 3.0
30 DIAS + VENTANA	38.8500	0.52431	0.1 – 3.0
61 DIAS + FRIGIDER	7.5467	0.67092	0.1 – 3.0
61 DIAS + ARMARIO	33.9167	0.98845	0.1 – 3.0
61 DIAS + VENTANA	66.0633	0.52444	0.1 – 3.0
Total	24.7357	21.55830	0.1 – 3.0

Fuente: Tabla 1, Análisis de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina.

Basados en Codex Alimentarius [CXS] donde indica que, *El número Lea no debe exceder de 3 para la mayoría de los aceites vegetales y 10 para el caso del aceite de oliva*, se observa en la tabla 14, que en promedio las exposiciones a diferentes

condiciones de almacenamiento así como los días transcurridos sobrepasan de los límites permisibles (0.1 – 3.0) para el índice de peróxido, desde las muestras en estado fresco hasta los 61 días del análisis, se destacó la condición armario a los 30 días ( $15.0500 \pm 0.94255$ ) y a los 61 días ( $33.9167 \pm 0.98845$ ) y la condición ventana a los 30 días ( $38.8500 \pm 0.52431$ ) y a los 61 días ( $66.0633 \pm 0.52444$ ).

**Tabla 15**

*Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de Girasol, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

Fuente de Variación	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TIEMPO	1083.606	1	1083.606	2243.071	0.000
ALMACENAMIENTO	6231.305	2	3115.652	6449.418	0.000
TIEMPO * ALMACENAMIENTO	561.505	2	280.752	581.159	0.000
Error	6.763	14	0.483		
<b>Total</b>	<b>22144.171</b>	<b>21</b>			

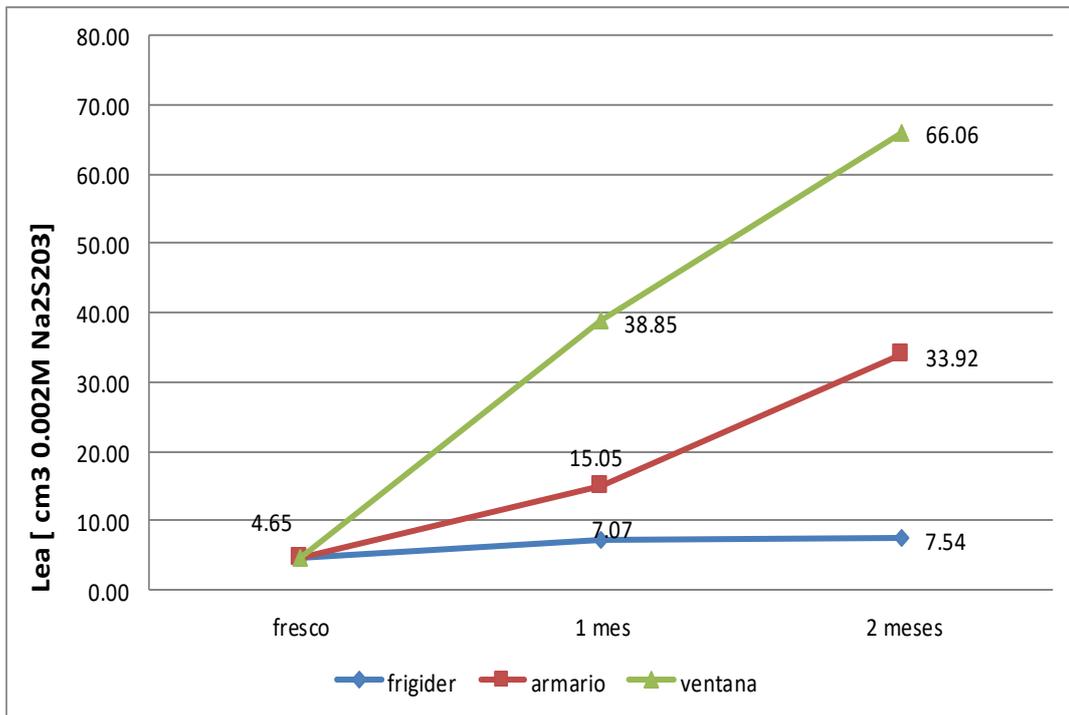
Al realizar al análisis de varianza encontramos que tanto los niveles del tiempo (0, 30 y 61 días) como los niveles de condición de almacenamiento (Fresco, Frigider. Armario y Ventana) presentan diferencias significativas. A su vez los tratamientos derivados de los niveles del tiempo y condición de almacenamiento, también presenta diferencias significativas para un  $p < 0.05$ . Asimismo, al existir las referidas diferencias, se procedió a realizar las pruebas post ANVA – Análisis de honestidad de Tukey, donde se reportó lo siguiente en la Tabla 16.

**Tabla 16**

*Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Girasol según la prueba de honestidad de Tukey, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

TIEMPO Y CONDICION DE ALMACENAMIENTO	N	Subconjunto					
		1	2	3	4	5	6
0 DIAS + FRESCO	3	4.650					
30 DIAS + FRIGIDER	3		7.073				
61 DIAS + FRIGIDER	3		7.546				
30 DIAS + ARMARIO	3			15.050			
61 DIAS + ARMARIO	3				33.916		
30 DIAS + VENTANA	3					38.850	
61 DIAS + VENTANA	3						66.063
<b>Sig.</b>		<b>1.000</b>	<b>0.977</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

Al verificar la prueba de Honestidad de Tukey, observamos que la combinación de niveles de los factores tiempo y condición de almacenamiento; los días 0-Fresco se evidencia diferencia significativa con el almacenamiento en Frigider a los 30 y 61 días. Así mismo el almacenamiento en armario a los 30 y 61 días; el almacenamiento en ventana a los 30 y 61 días presentaron diferencias significativas por lo que se concluye que existe evidencia en el índice de peróxido para el aceite de Girasol, por lo que es posible decir que el tiempo a 61 días en la condición ventana produce efecto significativo en el índice de peróxido para el aceite de Girasol.



**Figura 5**

Valor promedio de peróxido de las muestras de Aceite de Girasol en función del tiempo y las condiciones de almacenamiento; en estado fresco, al mes y dos meses, según la técnica Lea Number.

**Tabla 17**

*Ensayo de Características Organolépticas según Color de las muestras de aceite de cocina, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

TIEMPO	TIPO DE ALMACENAMIENTO	TIEMPO VS ALMACENAMIENTO	CANOLA	OLIVA EXTRA VIRGEN	LINAZA	HIGADO DE BACALAO	GIRASOL
0 días	Fresco	0 DIAS + FRESCO	A:S/A	A:S/A	A:S/A	A:S/A	A:S/A
0 días	Fresco	0 DIAS + FRESCO	A:S/A	A:S/A	A:S/A	A:S/A	A:S/A
0 días	Fresco	0 DIAS + FRESCO	A:S/A	A:S/A	A:S/A	A:S/A	A:S/A
30 días	Frigider	30 DIAS + FRIGIDER	A:S/A	AA:P/A	A:S/A	A:S/A	AA:P/A
30 días	Ventana	30 DIAS + VENTANA	AA:P/A	AA:P/A	AA:P/A	AA:P/A	AA:P/A
30 días	Armario	30 DIAS + ARMARIO	A:S/A	AA:P/A	A:S/A	AA:P/A	AA:P/A
61 días	Frigider	61 DIAS + FRIGIDER	A:S/A	AA:P/A	A:S/A	AA:P/A	P: R/A
61 días	Ventana	61 DIAS + VENTANA	AA:P/A	P: R/A	AA:P/A	P: R/A	P: R/A
61 días	Armario	61 DIAS + ARMARIO	A:S/A	P: R/A	A:S/A	P: R/A	P: R/A

**Leyenda:** A: S/A Amarillo: Sin alteración AA: P/A Amarillo ámbar: Poco Alterado P: R/A Pardo Rojizo: Alterado

\*Los valores referenciales corresponden a la norma para aceites vegetales especificados Codex Stan 210-1999, Adoptada en 1999. Revisada en 2001, 2003, 2009, 2017, 2019. Enmendada en 2005, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019.

**Tabla 18**

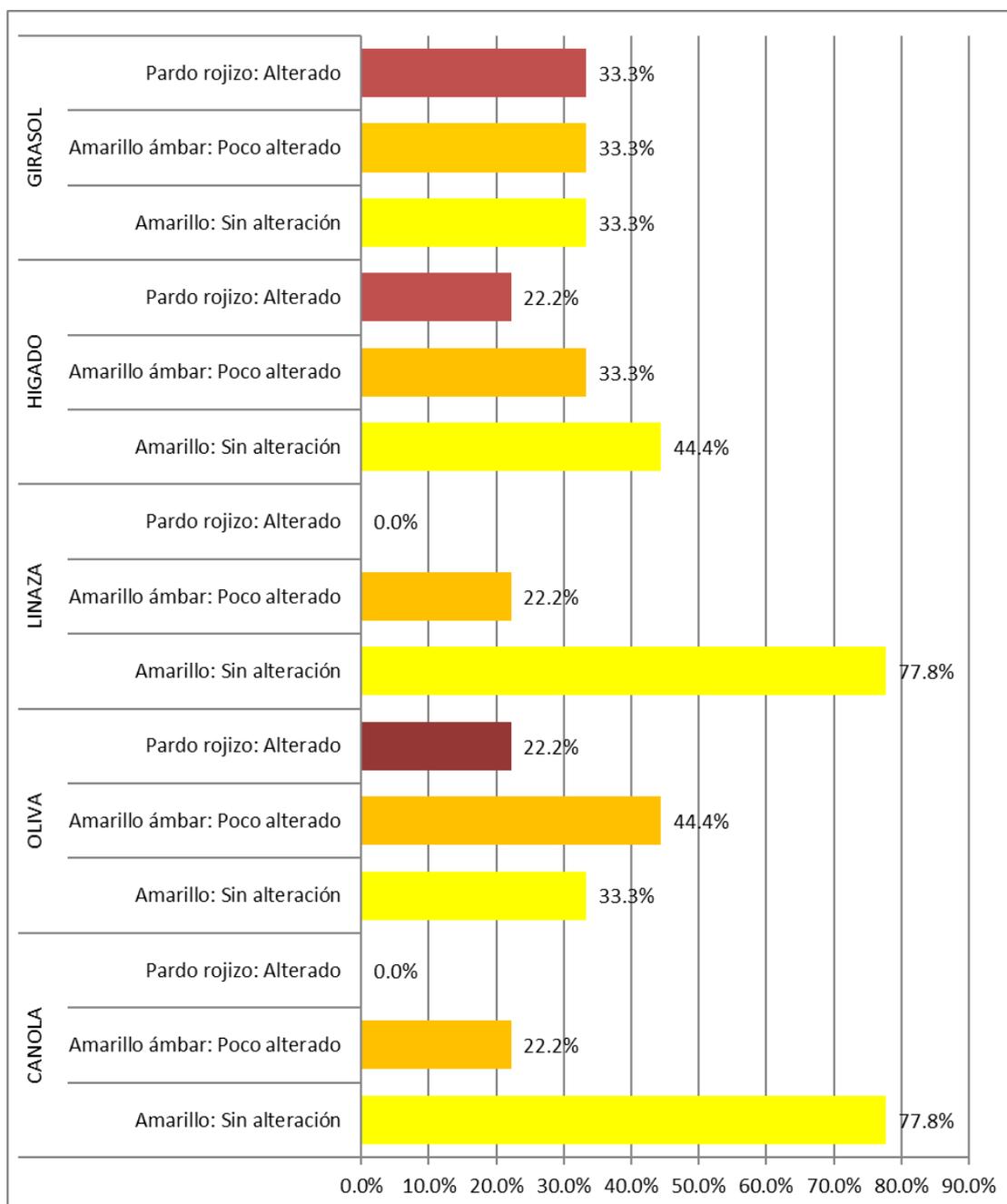
*Resumen de los ensayos de Características Organolépticas según Color de las muestras de aceite de cocina, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

<b>Características Organolépticas según Color</b>		<b>N</b>	<b>%</b>
<b>CANOLA</b>	Amarillo: Sin alteración	7	<b>77.8%</b>
	Amarillo ámbar: Poco alterado	2	<b>22.2%</b>
	Pardo rojizo: Alterado	0	<b>0.0%</b>
<b>OLIVA EXTRA VIRGEN</b>	Amarillo: Sin alteración	3	<b>33.3%</b>
	Amarillo ámbar: Poco alterado	4	<b>44.4%</b>
	Pardo rojizo: Alterado	2	<b>22.2%</b>
<b>LINAZA</b>	Amarillo: Sin alteración	7	<b>77.8%</b>
	Amarillo ámbar: Poco alterado	2	<b>22.2%</b>
	Pardo rojizo: Alterado	0	<b>0.0%</b>
<b>HIGADO DE BACALAO</b>	Amarillo: Sin alteración	4	<b>44.4%</b>
	Amarillo ámbar: Poco alterado	3	<b>33.3%</b>
	Pardo rojizo: Alterado	2	<b>22.2%</b>
<b>GIRASOL</b>	Amarillo: Sin alteración	3	<b>33.3%</b>
	Amarillo ámbar: Poco alterado	3	<b>33.3%</b>
	Pardo rojizo: Alterado	3	<b>33.3%</b>

**Fuente: Examinación Organoléptica del color.**

**La tabla 17, 18 y figura 6** nos muestra los exámenes organolépticos de color para el Aceite de Canola, indicando que a los 30 y 61 días en la condición ventana mostró una apariencia amarillo ámbar: Poco alterado (22.2% de las muestras). Para el aceite de oliva extra virgen, se observó que la condición Frigider, ventana y armario a los 30 días, así como a los 61 días en la condición Frigider presentaron apariencia un color amarillo ámbar: Poco alterado (44.4%), además a los 61 días en la condición ventana y armario presentaron una coloración Pardo Rojizo: alterado (22.2%). Para el aceite de Linaza presentó una coloración amarilla ámbar: Poco alterado en la condición ventana a los 30 y 61 días (22.2%). Sobre el Hígado de Bacalao presentó una coloración amarillo ámbar: Poco alterado a los 30 días en la condición armario y ventana, así como a los 61 días en la condición Frigider (33.3%) y a los 61 días en la condición ventana y armario presentaron coloración Pardo Rojizo: Alterado (22.2%).

En el aceite de Girasol se presentaron coloraciones amarilla ámbar: Poco alterado (33.3%) a los 30 días en ventana, armario y Frigider; y un color Pardo rojizo: Alterado (33.3%), a los 61 días en las condiciones Frigider, ventana y armario.



**Fuente: Examinación Organoléptica del color.**

**Figura 6**

Ensayo de Características Organolépticas según Color de las muestras de aceite de cocina, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.

**Tabla 19.**

*Ensayo de Características Organolépticas según Olor de las muestras de aceite de cocina, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

TIEMPO	ALMACENAMIENTO	TIEMPO VS ALMACENAMIENTO	OLOR				
			CANOLA	OLIVA EXTRA VIRGEN	LINAZA	HIGADO DE BACALAO	GIRASOL
0 días	Fresco	0 DIAS + FRESCO	C:S/A	C:S/A	C:S/A	C:S/A	C:S/A
0 días	Fresco	0 DIAS + FRESCO	C:S/A	C:S/A	C:S/A	C:S/A	C:S/A
0 días	Fresco	0 DIAS + FRESCO	C:S/A	C:S/A	C:S/A	C:S/A	C:S/A
30 días	Frigider	30 DIAS + FRIGIDER	C:S/A	R:A	C:S/A	C:S/A	R:A
30 días	Ventana	30 DIAS + VENTANA	R:A	R:A	R:A	R:A	R:A
30 días	Armario	30 DIAS + ARMARIO	C:S/A	R:A	C:S/A	R:A	R:A
61 días	Frigider	61 DIAS + FRIGIDER	C:S/A	R:A	C:S/A	R:A	R:A
61 días	Ventana	61 DIAS + VENTANA	R:A	R:A	R:A	R:A	R:A
61 días	Armario	61 DIAS + ARMARIO	C:S/A	R:A	C:S/A	R:A	R:A

**Leyenda:** C: S/A: Característico: Sin alteración RA: Rancio: Alterado

\*Los valores referenciales corresponden a la norma para aceites vegetales especificados Codex Stan 210-1999, Adoptada en 1999. Revisada en 2001, 2003, 2009, 2017, 2019. Enmendada en 2005, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019.

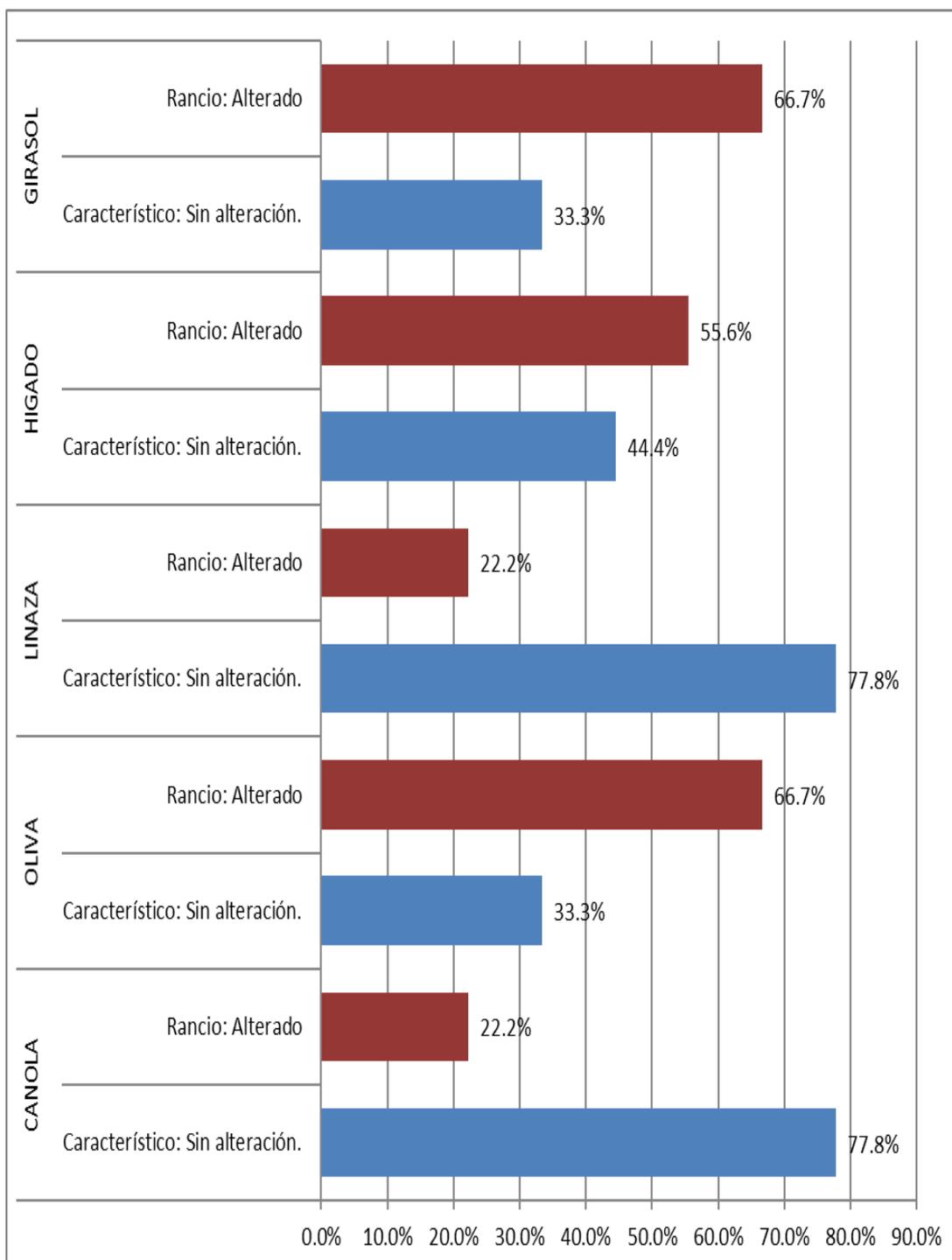
**Tabla 20.**

*Resumen de los ensayos de Características Organolépticas según Olor de las muestras de aceite de cocina, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

<b>CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS SEGÚN OLOR</b>		<b>N</b>	<b>%</b>
CANOLA	Característico: Sin alteración.	7	<b>77.8%</b>
	Rancio: Alterado	2	<b>22.2%</b>
OLIVA EXTRA VIRGEN	Característico: Sin alteración.	3	<b>33.3%</b>
	Rancio: Alterado	6	<b>66.7%</b>
LINAZA	Característico: Sin alteración.	7	<b>77.8%</b>
	Rancio: Alterado	2	<b>22.2%</b>
HIGADO DE BACALAO	Característico: Sin alteración.	4	<b>44.4%</b>
	Rancio: Alterado	5	<b>55.6%</b>
GIRASOL	Característico: Sin alteración.	3	<b>33.3%</b>
	Rancio: Alterado	6	<b>66.7%</b>

**Fuente: Examinación Organoléptica del olor.**

La Tabla 19, 20 y Figura 7 nos muestra los ensayos de características organolépticas respecto al olor; en donde para el Aceite de Canola, indico que en la condición ventana a los 30 y 61 días presentaron un olor Rancio: Alterado (22.2%) de las muestras, para el aceite de oliva extra virgen en sus condiciones Frigider, ventana y armario a los 30 días presentaron un olor Rancio: Alterado; así como en las condiciones Frigider, ventana y armario a los 61 días que también presentaron un olor Rancio: Alterado (66.7% ) de las muestras. El aceite de Linaza presentó en su condición ventana a los 30 y 61 días un olor Rancio: Alterado (22.2% ) de las muestras; en el aceite de Hígado de Bacalao a los 30 días en las condiciones ventana y armario presentó un olor Rancio: Alterado, así como en las condiciones Frigider, ventana y armario a los 61 días que también presentaron un olor Rancio: Alterado (55.6%) y en el aceite de Girasol presento un olor Rancio: Alterado a los 30dias y 61dias en las condiciones Frigider, ventana y armario (66.7%).



**Fuente: Examinación Organoléptica del olor.**

**Figura 7**

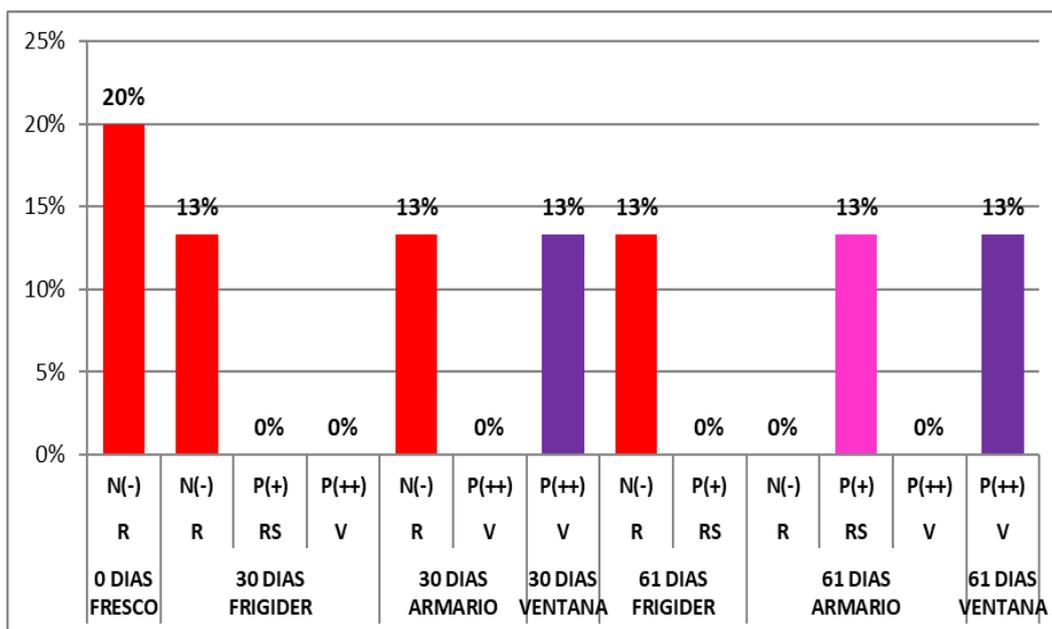
Ensayo de Características Organolépticas según Olor de las muestras de aceite de cocina, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.

**Tabla 21.**

*Análisis de Kreis en las muestras de aceite de cocina, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

TIEMPO Y ALMACENAMIENTO	COLOR	RESULTADO	CANOLA	OLIVA EXTRA VIRGEN	LINAZA	HIGADO DE BACALAO	GIRASOL
0 DIAS FRESCO	Rojo	Negativo	3	3	3	3	3
30 DIAS FRIGIDER	Rojo	Negativo	2	0	2	2	0
	Rosado	Positivo	0	0	0	0	2
	Violeta	Muy Positivo	0	2	0	0	0
30 DIAS ARMARIO	Rojo	Negativo	2	0	2	0	0
	Violeta	Muy Positivo	0	2	0	2	2
30 DIAS VENTANA	Violeta	Muy Positivo	2	2	2	2	2
61 DIAS FRIGIDER	Rojo	Negativo	2	0	2	0	0
	Rosado	Positivo	0	2	0	2	2
61 DIAS ARMARIO	Rojo	Negativo	0	0	2	0	0
	Rosado	Positivo	2	0	0	0	0
	Violeta	Muy Positivo	0	2	0	2	2
61 DIAS VENTANA	Violeta	Muy Positivo	2	2	2	2	2
<b>TOTAL</b>			<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>

**Leyenda: Rojo = negativo (no hay rancidez); Rosa = positivo (hay rancidez); Violeta = muy positivo (hay mayor rancidez)**

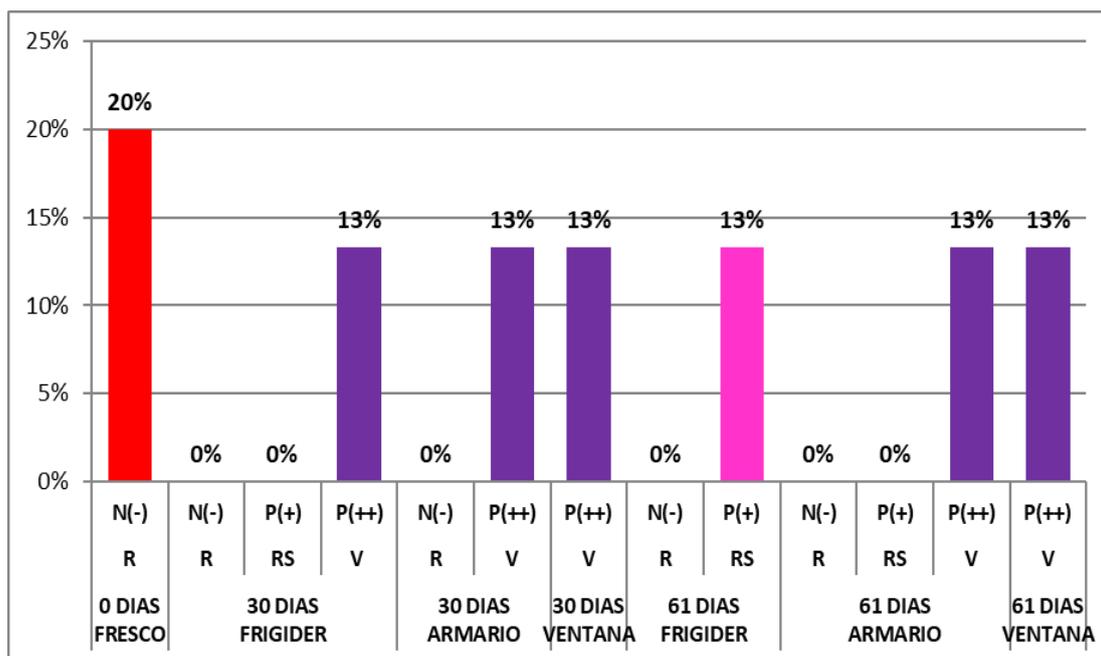


**Figura 8**

Análisis de Kreis en las muestras de aceite de cocina en Canola adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.

- **Negativo:** Sin aldehído epidrínico en la muestra, no hay rancidez = Rojo ●
- **Positivo:** poco aldehído epidrínico en la muestra, hay rancidez = Rosado ●
- **Muy positivo:** mucho aldehído epidrínico en la muestra, hay mayor rancidez = Violeta ●

La **Tabla 21** y **Figura 8** nos muestra que el 13% de las muestras de aceite de canola resulto (positiva: poco aldehído epidrínico) y presencia de rancidez en la prueba de Kreis con una coloración rosada a los 61 días en la condición armario. Así también el 26% de las muestras presentaron resultados (muy positivos: mucho aldehído epidrínico) donde hay mayor rancidez en la prueba de Kreis con una coloración violeta a los 30 y 61 días en la condición ventana. Mientras que la diferencia de muestras presentó resultados negativos: Sin aldehído epidrínico en la muestra, donde no hay rancidez con una coloración roja.

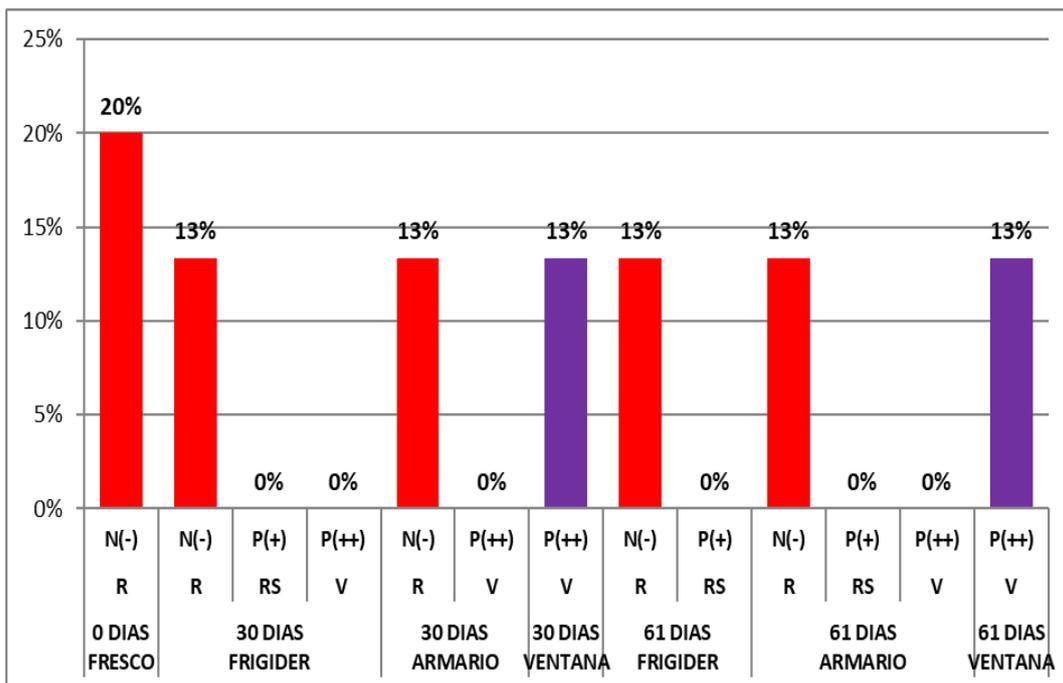


**Figura 9**

Análisis de Kreis en las muestras de aceite de cocina en Oliva extra virgen adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.

- **Negativo:** Sin aldehído epidrínico en la muestra, no hay rancidez = Rojo ●
- **Positivo:** poco aldehído epidrínico en la muestra, hay rancidez = Rosado ●
- **Muy positivo:** mucho aldehído epidrínico en la muestra, hay mayor rancidez = Violeta ●

La **Tabla 21** y **Figura 9** nos muestra que el 13% de las muestras de aceite de Oliva extra virgen resulto (positiva: poco aldehído epidrínico) y presencia de rancidez en la prueba de Kreis con una coloración rosada a los 61 días en la condición Frigider. Así también el 65% de las muestras presentaron resultados (muy positivos: mucho aldehído epidrínico) donde hay mayor rancidez en la prueba de Kreis con una coloración violeta a los 30 días en la condición Frigider, armario y ventana y a los 61 días en la condición armario y ventana. Mientras que la diferencia de muestras presentó resultados negativos: Sin aldehído epidrínico en la muestra, no hay rancidez con una coloración roja.

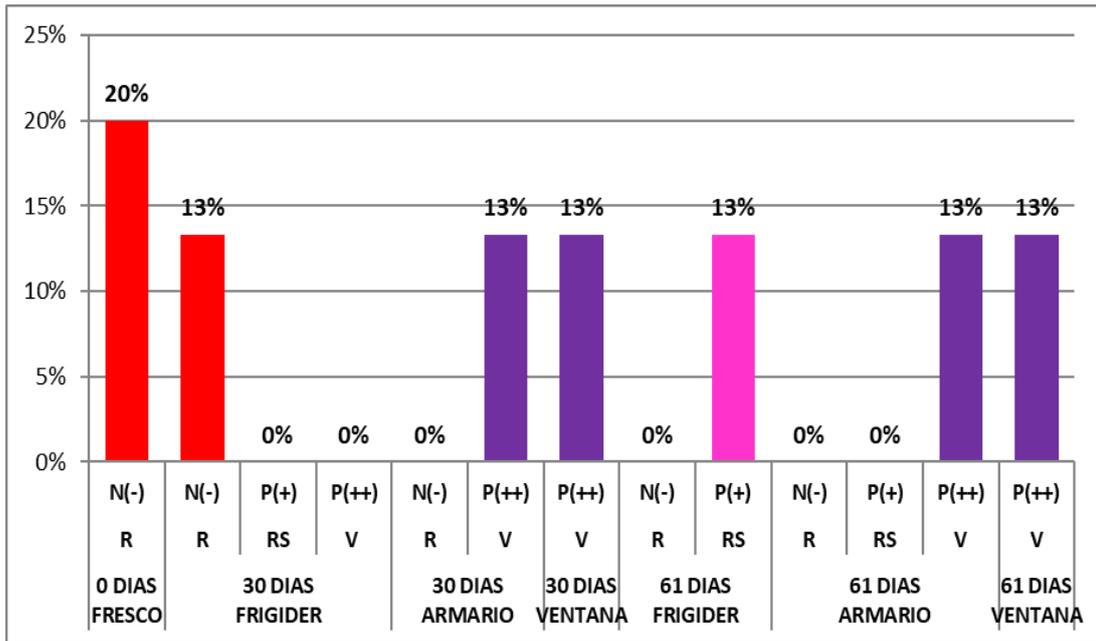


**Figura 10**

Análisis de Kreis en las muestras de aceite de cocina en Linaza adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.

- **Negativo:** Sin aldehído epidrínico en la muestra, no hay rancidez = Rojo ●
- **Positivo:** poco aldehído epidrínico en la muestra, hay rancidez = Rosado ●
- **Muy positivo:** mucho aldehído epidrínico en la muestra, hay mayor rancidez = Violeta ●

**La Tabla 21 y Figura 10** nos muestra que el 26% de las muestras de aceite de Linaza resulto (muy positivos: mucho aldehído epidrínico) donde hay mayor rancidez en la prueba de Kreis con una coloración violeta a los 30 y 61 días en la condición ventana. Mientras que la diferencia de muestras presentó resultados negativos: Sin aldehído epidrínico en la muestra, no hay rancidez con una coloración roja.

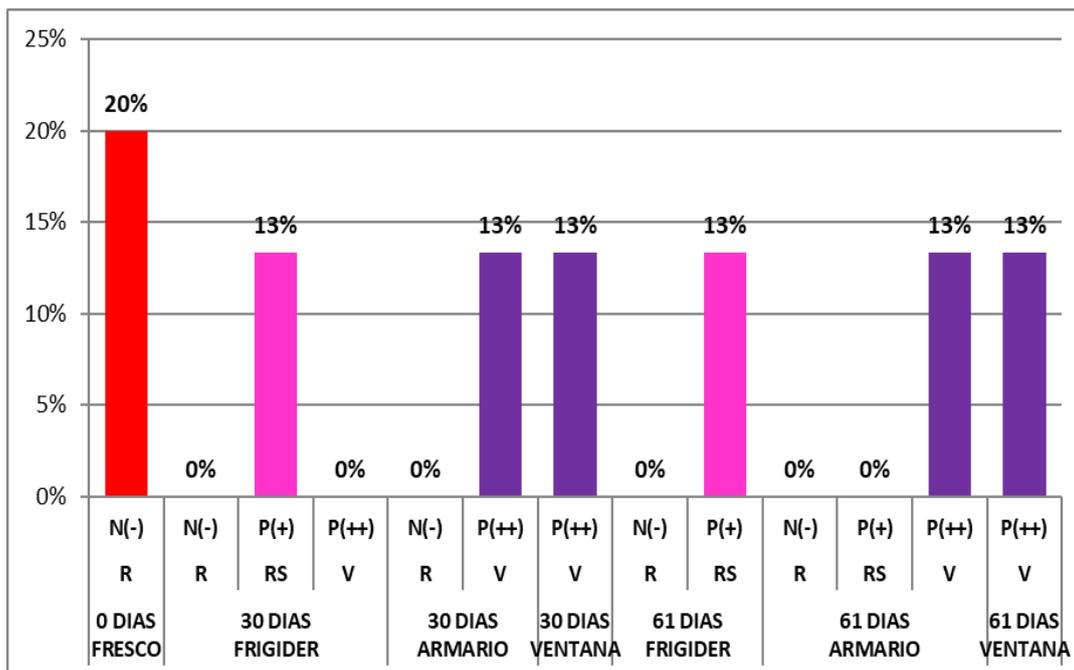


**Figura 11**

Análisis de Kreis en las muestras de aceite de cocina en Hígado de Bacalao adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.

- **Negativo:** Sin aldehído epidrínico en la muestra, no hay rancidez = Rojo ●
- **Positivo:** poco aldehído epidrínico en la muestra, hay rancidez = Rosado ●
- **Muy positivo:** mucho aldehído epidrínico en la muestra, hay mayor rancidez = Violeta ●

La **Tabla 21** y **Figura 11** nos muestra que el 13% de las muestras de aceite de hígado de Bacalao resulto (positiva: poco aldehído epidrínico) donde hay presencia de rancidez en la prueba de Kreis con una coloración rosada a los 61 días en la condición Frigider. Así también el 52% de las muestras presentaron resultados (muy positivos: mucho aldehído epidrínico) donde hay mayor rancidez en la prueba de Kreis con una coloración violeta a los 30 días en la condición armario y ventana como también a los 61 días en la condición armario y ventana. Mientras que la diferencia de muestras presentó resultados (negativos: Sin aldehído epidrínico) donde, no hay rancidez con una coloración roja.



**Figura 12**

Análisis de Kreis en las muestras de aceite de cocina de Girasol adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.

- **Negativo:** Sin aldehído epidrínico en la muestra, no hay rancidez = Rojo ●
- **Positivo:** poco aldehído epidrínico en la muestra, hay rancidez = Rosado ●
- **Muy positivo:** mucho aldehído epidrínico en la muestra, hay mayor rancidez = Violeta ●

La **Tabla 21** y **Figura 12** nos muestra que el 26% de las muestras de aceite de Girasol resulto (positiva: poco aldehído epidrínico) y presencia de rancidez en la prueba de Kreis con una coloración rosada a los 30 y 61 días en la condición Frigider. Así también el 52% de las muestras presentaron resultados (muy positivos: mucho aldehído epidrínico) donde, hay mayor rancidez en la prueba de Kreis con una coloración violeta a los 30 días en la condición armario y ventana como también a los 61 días en la condición armario y ventana. Mientras que la diferencia de muestras presentó resultados (negativos: Sin aldehído epidrínico) donde, no hay rancidez con una coloración roja.

**Tabla 22**

*Análisis de la Composición en las muestras de aceite de cocina en estado fresco, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

Nombres	Ácidos Grasos	Canola	Linaza	Hígado de Bacalao	Oliva	Girasol
Ácido mirístico	C14:0	Nd	Nd	6.22 ± 3.33	Nd	Nd
Ácido palmítico	C16:0	4.65 ± 0.05	5.06	14.12 ± 0.20	11.59 ± 0.36	6.53 ± 0.16
Ácido palmitoleico	C16:1	0.22 ± 0.02	Nd	14.03 ± 0.21	0.89 ± 0.03	Nd
Ácido esteárico	C18:0	1.66 ± 0.09	3.73	2.88 ± 0.01	2.97 ± 0.15	3.34 ± 0.11
Ácido oleico	C18:1 n-9	64.92 ± 0.01	19.68	20.07 ± 0.78	78.41 ± 0.14	33.23 ± 0.06
Ácido vaccénico	C18:1 n-7	Nd	0.68	7.73 ± 0.07	Nd	Nd
<b>Ácido linoleico</b>	<b>C18:2 n-6</b>	<b>18.94 ± 0.16</b>	<b>16.21</b>	<b>3.52 ± 0.35</b>	<b>5.31 ± 0.15</b>	<b>59.42 ± 0.20</b>
Ácido linolénico	C18:3 n-3	8.23 ± 0.24	54.52	1.14 ± 0.10	0.68 ± 0.04	0.42 ± 0.09
Ácido araquídico	C20:0	1.16 ± 0.26	Nd	Nd	Nd	0.13 ± 0.03
Ácido eicosenoico	C20:1	0.96 ± 0.08	0.12	3.90 ± 0.26	Nd	Nd
Ácido timnodónico	C20:5 n-3	Nd	Nd	9.45 ± 0.66	Nd	Nd
Ácido erúxico	C22:1 n-9	Nd	Nd	6.65 ± 0.16	Nd	Nd
Ácido clupadónico	C22:6 n-3	Nd	Nd	10.36 ± 0.33	Nd	Nd
Ácidos Grasos Saturados	SFA	7.47	8.79	23.22	14.56	10.00
Ácidos Grasos Monoinsaturados	MUFA	66.10	20.48	52.38	79.30	33.23
Ácidos Grasos Poliinsaturados	PUFA	27.17	70.73	24.47	5.99	59.84

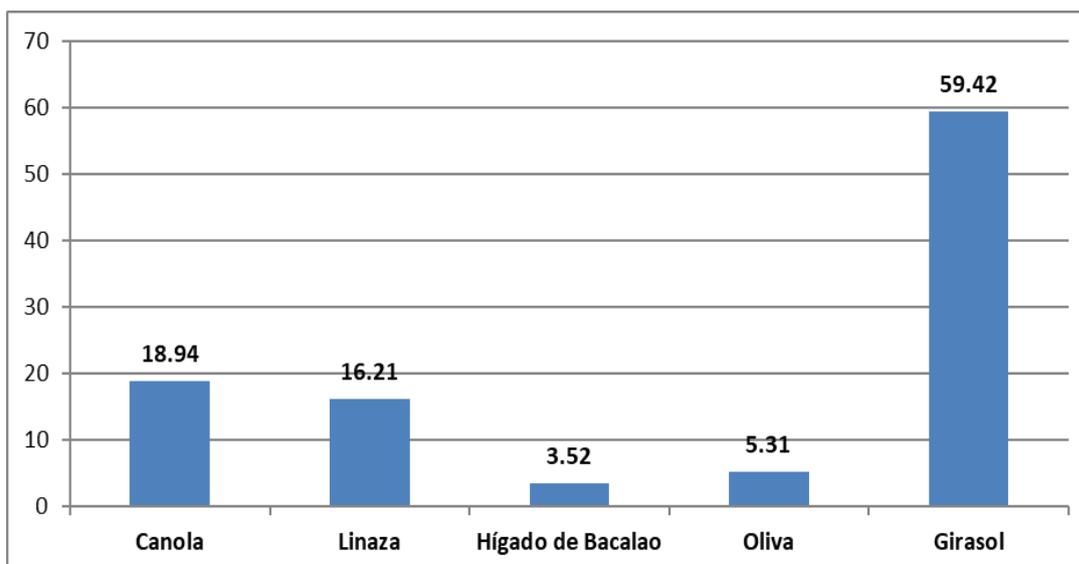
**Leyenda:** C18:2 n-6 – ácido linoleico; X ± SD = promedio (media) ± desviación estándar; Nd. – no detectado

**Tabla 23**

*Análisis de la Composición en Ácido linoleico: C18:2 n-6 en las muestras de aceite de cocina en estado fresco, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.*

Muestras de Aceite	Promedio	Des. Estándar	Coefficiente Variación
Canola	18.94	0.16	<b>0.84%</b>
Linaza	16.21	6.21	<b>38.31%</b>
Hígado de Bacalao	3.52	0.35	<b>9.94%</b>
Oliva extra Virgen	5.31	0.15	<b>2.82%</b>
Girasol	59.42	0.20	<b>0.34%</b>

Fuente: Tabla 22, Análisis de la Composición en las muestras de aceite.



**Figura 13**

Análisis de la Composición en Ácido linoleico: C18:2 n-6 en las muestras de aceite de cocina en estado fresco, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.

**En la Tabla 23 y Figura 13** observamos que la presencia de Ácido linoleico: C18:2 n-6 se encuentra en mayor promedio en el Aceite de Girasol con 59.42% seguido del aceite canola con 18.94%, la Linaza con 16.21%, el aceite de oliva extra virgen con 5.31% y minoritariamente en el aceite de hígado de bacalao con 3.52%.

#### IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

El empleo de aceites de cocina a nivel mundial viene incrementándose relevantemente, y según la FAO las previsiones indican que el consumo permanecerá aumentando y que el mayor uso por parte de la industria del biodiésel contribuirá al crecimiento (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2018). Estas emulsiones son adquiridas a diario por las personas, sin tomar las precauciones necesarias para un buen uso y conservación según el tipo de aceite.

Los aceites de cocina pueden ser un componente alimentario muy importante, pero se necesita un análisis minucioso para confirmar su relevancia y su influencia en la salud humana (Bialek *et al.*, 2017).

La calidad y seguridad de cada tipo de aceite de cocina están garantizadas según la Norma General del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Pre-ensados (CODEX STAN 1 [CXS], 1981). Los aceites fueron adquiridos en el supermercado llamado Carrefour, ubicado en el centro comercial llamado Arkadia, en las principales calles del centro de Varsovia – Polonia, donde existe mayor demanda de todo tipo de aceites de cocina y es muy frecuentado por turistas.

El presente análisis parte con el siguiente parámetro de oxidación: Ensayos Físicoquímicos (Métodos cuantitativos-Índice de Peróxido); en estado fresco, a los 30 y 61 días.

De acuerdo con la (tabla n°1), Análisis de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018; según los resultados en los aceites analizados en estado fresco se encontraron conforme a los rangos establecidos según AOCS Cd 8b-90 (03); o ISO 3960: 2001 (Codex Alimentarius [CXS], 1999), Association of Official Analytical Chemists (A.O.C.A 965.33 1990), American Oil Chemists' Society (A.O.C.A.S Cd 8-53 1963) citado por Pereyra *et al* (2009, p. 57). Aprobado también por las Normas Técnicas

Peruanas (NTP 209.006:1968) citado por Uría (2016). Empleando la Técnica Lea Number, en donde no debe exceder de 3 para la mayoría de los aceites vegetales y 10 para el caso del aceite de oliva. Por lo que se demostró que todos los aceites se encontraban en buenas condiciones, con excepción de la muestra de aceite de Girasol, en el cual su Lea Number excedió de 3, en sus tres condiciones (Frigider, ventana y armario) dando 4.70, 4.60 y 4.65, por lo que para un aceite tipo vegetal no está permitido; aunque tenía una fecha de vencimiento en abril del 2019 comenzó a precipitarse antes de tiempo, lo cual significa que no estuvo apto para el consumo humano.

Los aceites con un alto porcentaje de ácido linoleico deben tener altos valores de peróxido al final de la prueba, lo que indica una alta susceptibilidad a las reacciones de oxidación, porque el grado de insaturación es un factor que afecta directamente la cinética de las reacciones de degradación (Pereyra *et al.*, 2009).

Los aceites que presentan un alto contenido en su composición de ácidos grasos insaturados, principalmente poliinsaturados, están muchísimo más dispuestos a la oxidación, por lo que el tipo y la concentración de ácidos grasos presentes en el aceite es un parámetro importante en la caracterización de los aceites vegetales para diferentes propósitos (Zapata *et al.*, 2015).

Las diferencias de estabilidad a la oxidación, estado físico, temperatura de solidificación y de fusión de los aceites, se deben principalmente a sus ácidos grasos presentes en su composición (Pereyra *et al.*, 2009).

Según los resultados de los aceites analizados a los 30 días en sus condiciones (Frigider, ventana y armario), según la técnica Lea Number, mostraron un mayor Índice de Peroxidación en el Aceite de Girasol, en sus tres condiciones de almacenamiento (Frigider, ventana y armario), los demás tipos de aceite de Canola, Oliva extra virgen, Linaza y Hígado de bacalao, solo mostraron índice de peroxidación lipídica en su condición (ventana), con excepción de la muestra de aceite de Hígado de bacalao que también mostró índice de peroxidación lipídica en su condición (armario).

Según los resultados de los aceites analizados a los 61 días en sus condiciones (Frigider, ventana y armario), según la técnica Lea Number, los resultados obtenidos reflejaron un mayor índice de Peróxido en el aceite de Hígado de bacalao en sus condiciones (Frigider , ventana y armario ), y Girasol en sus condiciones (Frigider, ventana y armario), ambos excedieron el rango permitido, en donde el número Lea no debe exceder de 3 y 10 para el caso del aceite de Oliva (American Oil Chemists' Society [A.O.C.A.S Cd 8-53], 1963) citado por Pereyra et al. (2009). Los demás tipos de aceite como Canola en sus condiciones (ventana y armario) y Linaza en sus condiciones (ventana y armario) mostraron índice de Peroxidación y en el caso del aceite de Oliva extra virgen solo mostro mayor índice de Peroxidación en su condición (ventana).

Por lo que a medida que pasa el tiempo y según la condición de almacenamiento en la que se encuentran las muestras, será también mayor el índice de peroxidación. La exposición a temperatura, oxígeno, tiempo, luz y calor: Son factores que incitan la autoxidación de los aceites, sufriendo transformaciones químicas que disminuyen el valor nutritivo de los aceites, produciendo compuestos volátiles que emiten olores y sabores desagradables, esto se debe a que el enlace éster de los acilglicéridos es susceptible a la hidrólisis química, enzimática (Pereyra *et al.*, 2009).

De acuerdo con la (tabla n°1) como fuente principal, en los aceites analizados en estado fresco, a los 30 días y 61 días, en las condiciones (Frigider, ventana y armario), según la técnica Lea Number, se representaron gráficamente las curvas de oxidación distintas que se produjeron en cada uno de los aceites de manera individual (Canola, Oliva extra Virgen, Linaza, Hígado de Bacalao y Girasol). En el cual se reflejo una amplia variación de los valores de peróxido en función al efecto del tiempo y condiciones de almacenamiento a los que fueron sometidos.

Los aceites con un alto contenido de ácidos grasos insaturados, especialmente poliinsaturados, son más susceptibles a la oxidación. Por su estructura diénica de tipo divinilmetano, los ácidos grasos poliinsaturados presentan una menor estabilidad a nivel de los grupos metilénicos entre los enlaces dobles (dienos no conjugados), lo que favorece el desencadenamiento del proceso de radicales libres. Este proceso es nulo o insignificante para los ácidos grasos saturados, relativamente lento para los ácidos grasos monoinsaturados y tanto más rápido cuanto mayor es el número de dobles enlaces en los ácidos grasos poliinsaturados (Jimenez, 2011, p. 39).

De acuerdo con la (tabla n°2), Estadísticos de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de Canola, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018; tomando como Fuente: (tabla n°1). Basados en Codex Alimentarius [CXS] donde indica que, el número Lea no debe exceder de 3 para la mayoría de los aceites vegetales y 10 para el caso del aceite de oliva, se observa en la (tabla n°2) que en promedio las exposiciones a diferentes condiciones de almacenamiento así como los días transcurridos no sobrepasan de los límites permisibles (0.1 – 3.0) para el índice de peróxido, a excepción de la condición ventana a los 30 días ( $32.3233 \pm 1.17407$ ) y la condición ventana a los 61 días ( $55.3600 \pm 0.97709$ ) y armario a los 61 días ( $8.0700 \pm 0.30315$ ).

De acuerdo con la (tabla n°3), Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de Aceite de Canola, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. Al realizar al análisis de varianza encontramos que tanto los niveles del tiempo (0, 30 y 61 días) como los niveles de condición de almacenamiento (Fresco, Frigider. Armario y Ventana) presentan diferencias significativas. A su vez los tratamientos derivados de los niveles del tiempo y condición de almacenamiento, también presenta diferencias significativas para un  $p < 0.05$ . Asimismo, al existir las referidas diferencias, se procedió a realizar las

pruebas post ANVA – Análisis de honestidad de Tukey, donde se reportó lo siguiente plasmado en la Tabla 4.

De acuerdo con la (tabla n°4 y Figura 1), Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de Canola según la prueba de honestidad de Tukey, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. Al verificar la prueba de Honestidad de Tukey, observamos que la combinación de niveles de los factores tiempo y condición de almacenamiento los días 0-Fresco, 30 días – Frigider, 61 días-Frigider y 30 días – Armario, no presentan diferencias significativas entre sí, no obstante, a 30 y 61 días vs ventana y 61 días vs armario, se reportó diferencias significativas entre ellas, por lo que es posible concluir que el tiempo a 61 días, y el acondicionamiento en la ventana produce efecto significativo en el índice de peróxido para el aceite de canola.

De acuerdo con la (tabla n°5), Estadísticos de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Oliva extra virgen, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018; tomando como Fuente: (tabla n°1). Basados en Codex Alimentarius [CXS] donde indica que el número Lea no debe exceder de 3 para la mayoría de los aceites vegetales y 10 para el caso del aceite de oliva, se observa en la (tabla n°5) que en promedio las exposiciones a diferentes condiciones de almacenamiento así como los días transcurridos no sobrepasan de los límites permisibles (3.0 – 10.0) para el índice de peróxido, a excepción de la condición ventana a los 30 días ( $39.3167 \pm 0.75195$ ) y la condición ventana a los 61 días ( $68.3600 \pm 0.65000$ ).

De acuerdo con la (tabla n°6) Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de Oliva extra virgen, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. Al realizar el análisis de varianza encontramos que tanto los niveles del tiempo (0, 30 y 61 días) como los niveles de condición de

almacenamiento (Fresco, Frigider, Armario y Ventana) presentan diferencias significativas. A su vez los tratamientos derivados de los niveles del tiempo y condición de almacenamiento, también presenta diferencias significativas para un  $p < 0.05$ . Asimismo, al existir las referidas diferencias, se procedió a realizar las pruebas post ANVA – Análisis de honestidad de Tukey, donde se reportó lo siguiente plasmado en la Tabla 7.

De acuerdo con la (tabla n°7 y Figura 2), Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Aceite de Oliva extra Virgen según la prueba de honestidad de Tukey, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. Al verificar la prueba de Honestidad de Tukey, observamos que la combinación de niveles de los factores tiempo y condición de almacenamiento los días 0-Fresco, 30 días – Frigider, 30 días-Armario, 61 días Frigider y 61 días armario; no presentan diferencias significativas entre sí, no obstante, a 30,61 días vs ventana se reportó diferencias significativas entre ellas, por lo que es posible concluir que el tiempo a los 61 días, y la condición ventana produce efecto significativo en el índice de peróxido para el aceite de oliva extra virgen.

De acuerdo con la (tabla n°8), Estadísticos de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Linaza, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018; tomando como Fuente: (tabla n°1). Basados en Codex Alimentarius [CXS] donde indica que, el número Lea no debe exceder de 3 para la mayoría de los aceites vegetales y 10 para el caso del aceite de oliva, se observa en la (tabla n°8) que en promedio las exposiciones a diferentes condiciones de almacenamiento así como los días transcurridos no sobrepasan de los límites permisibles (0.1 – 3.0) para el índice de peróxido, a excepción de la condición ventana a los 30 días ( $11.9233 \pm 0.54976$ ), la condición armario a los 61 días ( $4.9200 \pm 0.41219$ ) y la condición ventana a los 61 días ( $26.5333 \pm 0.65896$ ).

De acuerdo con la (tabla n°9), Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de Linaza, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. Al realizar al análisis de varianza encontramos que tanto los niveles del tiempo (0, 30 y 61 días) como los niveles de condición de almacenamiento (Fresco, Frigider. Armario y Ventana) presentan diferencias significativas. A su vez los tratamientos derivados de los niveles del tiempo y condición de almacenamiento, también presenta diferencias significativas para un  $p < 0.05$ . Asimismo, al existir las referidas diferencias, se procedió a realizar las pruebas post ANVA – Análisis de honestidad de Tukey, donde se reportó lo siguiente en la Tabla 10.

De acuerdo con la (tabla n°10 y Figura 3), Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Linaza según la prueba de honestidad de Tukey, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. Al verificar la prueba de Honestidad de Tukey, observamos que la combinación de niveles de los factores tiempo y condición de almacenamiento los días 0-Fresco, 61 días – Frigider, 30 días-Frigider y 30 días – armario, no presentan diferencias significativas entre sí, no obstante, a 61- días vs armario y 30 ,61 días vs ventana, se reportó diferencias significativas entre ellas, por lo que es posible concluir que el tiempo a 61 días y la condición ventana produce efecto significativo en el índice de peróxido para el aceite de Linaza.

De acuerdo con la (tabla n°11), Estadísticos de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Hígado de Bacalao, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018; tomando como Fuente: (tabla n°1). Basados en Codex Alimentarius [CXS] donde indica que el número Lea no debe exceder de 3 para la mayoría de los aceites vegetales y 10 para el caso del aceite de oliva, se observa en la (tabla n°11) que en promedio las exposiciones a diferentes condiciones de almacenamiento así como los días transcurridos no sobrepasan de los límites permisibles (0.1 –

3.0) para el índice de peróxido, a excepción de la condición armario a los 30 días ( $25.7600 \pm 0.86000$ ) y a los 61 días ( $21.9200 \pm 0.52163$ ) así como en la condición ventana a los 30 días ( $19.0200 \pm 0.91033$ ) y a los 61 días ( $38.0333 \pm 0.65210$ ).

De acuerdo con la (tabla n°12), Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de Hígado de Bacalao, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. Al realizar al análisis de varianza encontramos que tanto los niveles del tiempo (0, 30 y 61 días) como los niveles de condición de almacenamiento (Fresco, Frigider, Armario y Ventana) presentan diferencias significativas. A su vez los tratamientos derivados de los niveles del tiempo y condición de almacenamiento, también presenta diferencias significativas para un  $p < 0.05$ . Asimismo, al existir las referidas diferencias, se procedió a realizar las pruebas post ANVA – Análisis de honestidad de Tukey, donde se reportó lo siguiente plasmado en la Tabla 13.

De acuerdo con la (tabla n°13 y Figura 4), Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Hígado de Bacalao según la prueba de honestidad de Tukey, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. Al verificar la prueba de Honestidad de Tukey, observamos que la combinación de niveles de los factores tiempo y condición de almacenamiento los días 0-Fresco, 30 días – Frigider, no presentan diferencias significativas entre sí, no obstante, se evidencio diferencias significativas a los 61 días vs Frigider, 30 y 61 días vs ventana y 30 y 61 días vs armario , por lo que es posible concluir que el tiempo a 61 días en la condición ventana produce efecto significativo en el índice de peróxido para el aceite de Hígado de Bacalao.

De acuerdo con la (tabla n°14), Estadísticos de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Girasol, adquiridas en el Supermercado

Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018; tomando como Fuente: (tabla n°1). Basados en Codex Alimentarius [CXS] donde indica que el número Lea no debe exceder de 3 para la mayoría de los aceites vegetales y 10 para el caso del aceite de oliva, se observa en la tabla 14 que en promedio las exposiciones a diferentes condiciones de almacenamiento así como los días transcurridos no sobrepasan de los límites permisibles (0.1 – 3.0) para el índice de peróxido, a excepción de la condición armario a los 30 días ( $15.0500 \pm 0.94225$ ) y a los 61 días ( $33.9167 \pm 0.98845$ ) así como en la condición ventana a los 30 días ( $38.8500 \pm 0.52431$ ) y a los 61 días ( $66.0633 \pm 0.52444$ ).

De acuerdo con la (tabla n°15), Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de Girasol, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. Al realizar al análisis de varianza encontramos que tanto los niveles del tiempo (0, 30 y 61 días) como los niveles de condición de almacenamiento (Fresco, Frigider. Armario y Ventana) presentan diferencias significativas. A su vez los tratamientos derivados de los niveles del tiempo y condición de almacenamiento, también presenta diferencias significativas para un  $p < 0.05$ . Asimismo, al existir las referidas diferencias, se procedió a realizar las pruebas post ANVA – Análisis de honestidad de Tukey, donde se reportó lo siguiente en la Tabla 16.

De acuerdo con la (tabla n°16 y Figura 5), Análisis del efecto del tiempo y condición de almacenamiento sobre el Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina de Girasol según la prueba de honestidad de Tukey, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. Al verificar la prueba de Honestidad de Tukey, observamos que la combinación de niveles de los factores tiempo y condición de almacenamiento; los días 0-Fresco se evidencia diferencia significativa con el almacenamiento en Frigider a los 30 y 61 días. Así mismo el almacenamiento en armario a los 30 y 61 días; el almacenamiento en ventana a los 30 y 61 días presentaron

diferencias significativas por lo que se concluye que existe evidencia en el índice de peróxido para el aceite de Girasol, por lo que es posible decir que el tiempo a 61 días en la condición ventana produce efecto significativo en el índice de peróxido para el aceite de Girasol.

El presente análisis continuó con los siguientes parámetros de oxidación: Ensayos Organolépticos en base a su color y olor; en estado fresco, a los 30 y 61 días.

De acuerdo con las (tablas n°17 18 y figura 6), Ensayo de Características Organolépticas según Color de las muestras de aceite de cocina, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. Nos muestra los exámenes organolépticos de color para el Aceite de Canola, indicando que a los 30 y 61 días en la condición ventana mostró una apariencia amarillo ámbar: Poco alterado (22.2% de las muestras). Para el aceite de oliva extra virgen, se observó que la condición Frigider, ventana y armario a los 30 días, así como a los 61 días en la condición Frigider presentaron apariencia un color amarillo ámbar: Poco alterado (44.4%), además a los 61 días en la condición ventana y armario presentaron una coloración Pardo Rojizo: alterado (22.2%). Para el aceite de Linaza presentó una coloración amarilla ámbar: Poco alterado en la condición ventana a los 30 y 61 días (22.2%). Sobre el Hígado de Bacalao presentó una coloración amarillo ámbar: Poco alterado a los 30 días en la condición armario y ventana, así como a los 61 días en la condición Frigider (33.3%) y a los 61 días en la condición ventana y armario presentaron coloración Pardo Rojizo: Alterado (22.2%). En el aceite de Girasol se presentaron coloraciones amarilla ámbar: Poco alterado (33.3%) a los 30 días en ventana, armario y Frigider; y un color Pardo rojizo: Alterado (33.3%), a los 61 días en las condiciones Frigider, ventana y armario).

Por lo que en los aceites analizados en estado fresco, se encontraron en buenas condiciones, conforme a lo establecido en las Normas del Codex para

aceites vegetales especificados (CXS, 1999), presentando un color propio de cada tipo de aceite (amarillo: sin alteración); apto para el consumo humano. Dicha norma refiere que el color, olor y sabor de cada producto deberán ser característicos del producto designado, así mismo estar exento de olores y sabores extraños o rancios. Además en los resultados obtenidos en las (tablas n°17, 18 y figura 6) de los aceites analizados en estado fresco, a los 30 y 61 días; en base a su color se destaca que en las muestras de aceite de Girasol y Oliva extra Virgen en sus condiciones (Frigider, ventana y armario) reflejaron mayor presencia de rancidez, expresado mediante un color (Amarillo ámbar: Poco Alterado) a los 30 días y un color (pardo rojizo: alterado) a los 61 días a excepción del aceite de Oliva extra virgen que presentó en su condición Frigider un color (amarillo ámbar: Poco alterado), además el aceite de Hígado de bacalao presentó un color (pardo rojizo: alterado) a los 61 días en sus condiciones (ventana y armario) y en su condición Frigider un color (Amarillo ámbar: Poco Alterado). Se destaca que en todas las muestras de aceites la condición (ventana) reflejaron mayor presencia de rancidez con un color (Amarillo ámbar: Poco Alterado) a los 30 días y un color (pardo rojizo: alterado) a los 61 días. Por lo tanto mediante esta prueba se puede observar ligeramente la fase inicial donde comienza el principio de la peroxidación lipídica de cada uno de los aceites.

De acuerdo con la (tablas n° 19, 20 y Figura 7), Ensayo de Características Organolépticas según Olor de las muestras de aceite de cocina, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. Nos muestra los ensayos de características organolépticas respecto al olor; en donde para el Aceite de Canola, indico que en la condición ventana a los 30 y 61 días presentaron un olor Rancio: Alterado (22.2%) de las muestras, para el aceite de oliva extra virgen en sus condiciones Frigider, ventana y armario a los 30 días presentaron un olor Rancio: Alterado; así como en las condiciones Frigider, ventana y armario a los 61 días que también presentaron un olor Rancio: Alterado (66.7%) de las muestras. El aceite de Linaza presentó en su condición ventana a los 30 y 61 días un olor Rancio: Alterado (22.2%) de las

muestras; en el aceite de Hígado de Bacalao a los 30 días en las condiciones ventana y armario presentó un olor Rancio: Alterado, así como en las condiciones Frigider, ventana y armario a los 61 días que también presentaron un olor Rancio: Alterado (55.6%) y en el aceite de Girasol presento un olor Rancio: Alterado a los 30días y 61días en las condiciones Frigider, ventana y armario (66.7%).

Por lo que en los aceites analizados en estado fresco, se encontraron en buenas condiciones, conforme a lo establecido en las Normas del Codex para aceites vegetales especificados (CXS, 1999), presentando un olor (característico: sin alteración) propio de cada tipo de aceite; acto para el consumo humano. Dicha norma refiere que el color, olor y sabor de cada producto deberán ser característicos del producto designado, así mismo estar exento de olores y sabores extraños o rancios. Además en los resultados obtenidos en las (tablas n°19, 20 y figura 7) de los aceites analizados en estado fresco, a los 30 y 61 días; en base a su olor se destaca que en las que en las muestras de aceite de Girasol y Oliva extra Virgen en sus condiciones (Frigider ,ventana y armario) reflejaron mayor presencia de rancidez, expresado mediante un olor (rancio: alterado) a los 30 días y un olor (rancio: alterado) a los 61 días, juntamente con el aceite de Hígado de bacalao que también presento un olor (rancio: alterado) a los 61 días en sus condiciones (frigider,ventana y armario). Mientras que en la condición (ventana) reflejaron mayor presencia de rancidez o peroxidación lipídica a los 30 días y 61 días, percibiéndose un olor (rancio: alterado) en todas las muestras de aceite. Por lo tanto mediante esta prueba se puede observar ligeramente la fase inicial donde comienza el principio de la peroxidación lipídica de cada uno de los aceites.

El presente análisis continuó con los siguientes parámetros de oxidación: Ensayos Físicoquímicos (Métodos cualitativos - Análisis de Kreis); en estado fresco, a los 30 días y 61 días.

De acuerdo con la (tabla n°21), Análisis de Kreis en las muestras de aceite de cocina, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. En los aceites analizados en estado fresco, según los resultados obtenidos demostró que todos los aceites se encontraron en buenas condiciones y aptos para el consumo humano, lo que indica que no se detectó la presencia de aldehído epidrínico, evaluado conforme a las Normas Técnicas Peruanas (NTP 209.151:1981) citado por Uría (2018). En el cual nos reglamenta que la presencia de aldehído epidrínico aparecerá en un color rosa a violeta según la cantidad formada en una capa ácida, indicando ranciedad de aldehído. Si la mezcla se tiñe de color rojo después de la adición de ácido clorhídrico, significa que el aceite está coloreado y no hay ranciedad. A los 30 días las muestras de los aceites analizados, según los resultados obtenidos demostró que el aceite de Oliva extra virgen tuvo mayor presencia de aldehído epidrínico, porque el color que apareció en una capa ácida fue de color violeta lo que indicó mayor rancidez de aldehído, en sus tres condiciones de almacenamiento (Frigider, ventana y armario), en cambio en la muestra de aceite de Girasol mostró mayor presencia de aldehído epidrina expresado mediante un color violeta en sus condiciones (ventana y armario) mientras que en su condición de almacenamiento (Frigider) mostró poca presencia de aldehído mediante un color rosa; en los otros tipos de aceite como Canola, Linaza y Hígado de bacalao mostraron mayor cantidad de formación de aldehído epidrina, expresado mediante un color violeta, solo en su condición de almacenamiento (ventana), con excepción de la muestra de aceite de Hígado de bacalao que también mostró mayor presencia de aldehído epidrina expresado mediante un color violeta en su condición de almacenamiento (armario).

Mientras que a los 61 días las muestras de los aceites analizados, según los resultados obtenidos demostró que el aceite de Girasol, Oliva extra virgen y Hígado de bacalao mostraron tener mayor presencia de aldehído epidrínico, por el color violeta que presentaron en sus dos condiciones de almacenamiento (Ventana y armario), en el caso de su condición de

almacenamiento (Frigider) los tres tipos de aceites mostraron poca formación de aldehído epidrina por su expresión en color rosa, lo que indica poca rancidez del aceite. El aceite de Canola y Lino mostraron mayor formación de aldehído epidrina, mediante un color violeta solo en su condición de almacenamiento (ventana), a excepción del aceite de Canola que también presento poca formación de aldehído epidrina en su condición de almacenamiento (armario) mediante un color rosa.

De acuerdo con el estudio se representaron gráficamente las barras de oxidación distintas que se produjeron en cada uno de los aceites analizados en los distintos tiempos en estado fresco, a los 30 días y 61 días, de manera individual (Canola, Oliva extra Virgen, Linaza, Hígado de Bacalao y Girasol). En el cual se reflejo una amplia variación de la formación de aldehído epidrina en base a colores, donde el color rojo es negativo; el color rosa es positivo y el color violeta es muy positivo. Cada tipo de aceite fue evaluado conforme a las Normas Técnicas Peruanas (NTP 209.151:1981) citado por Uría (2018). En el cual nos reglamenta que la presencia de aldehído epidrínico aparecerá en un color rosa a violeta según la cantidad formada en una capa ácida, indicando ranciedad de aldehído y si la mezcla se tiñe de color rojo después de la de la adición de ácido clorhídrico, significa que el aceite está coloreado y no hay ranciedad; todo ello fue evaluado en función al efecto del tiempo y condiciones de almacenamiento a los que fueron sometidos.

Por lo tanto, las barras de Oxidación para cada tipo de aceite con sus respectivos porcentajes se representaron en las (figuras n°8,9, 10, 11 y 12) en las que se puede observar la fase inicial donde comienza el principio de la formación de aldehído epidrina de cada una de ellos.

De acuerdo con la (tablas n° 21 y Figura 8), Análisis de Kreis en las muestras de aceite de cocina en Canola adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. Nos muestra que el 13% de las muestras de aceite

de canola resulto (positiva: poco aldehído epidrínico) y presencia de rancidez en la prueba de Kreis con una coloración rosada a los 61 días en la condición armario. Así también el 26% de las muestras presentaron resultados (muy positivos: mucho aldehído epidrínico) donde hay mayor rancidez en la prueba de Kreis con una coloración violeta a los 30 y 61 días en la condición ventana. Mientras que la diferencia de muestras presentó resultados negativos: Sin aldehído epidrínico en la muestra, donde no hay rancidez con una coloración roja.

De acuerdo con la (tablas n° 21 y Figura 9), Análisis de Kreis en las muestras de aceite de Oliva extra virgen adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. Nos muestra que el 13% de las muestras de aceite de Oliva extra virgen resulto (positiva: poco aldehído epidrínico) y presencia de rancidez en la prueba de Kreis con una coloración rosada a los 61 días en la condición Frigider. Así también el 65% de las muestras presentaron resultados (muy positivos: mucho aldehído epidrínico) donde hay mayor rancidez en la prueba de Kreis con una coloración violeta a los 30 días en la condición Frigider, armario y ventana y a los 61 días en la condición armario y ventana. Mientras que la diferencia de muestras presentó resultados negativos: Sin aldehído epidrínico en la muestra, no hay rancidez con una coloración roja.

De acuerdo con la (tablas n° 21 y Figura 10), Análisis de Kreis en las muestras de aceite de Linaza adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. Nos muestra que el 26% de las muestras de aceite de Linaza resulto (muy positivos: mucho aldehído epidrínico) donde hay mayor rancidez en la prueba de Kreis con una coloración violeta a los 30 y 61 días en la condición ventana. Mientras que la diferencia de muestras presentó resultados negativos: Sin aldehído epidrínico en la muestra, no hay rancidez con una coloración roja.

De acuerdo con la (tablas n° 21 y Figura 11), Análisis de Kreis en las muestras de aceite de Hígado de Bacalao adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. Nos muestra que el 13% de las muestras de aceite de hígado de Bacalao resulto (positiva: poco aldehído epidrínico) donde hay presencia de rancidez en la prueba de Kreis con una coloración rosada a los 61 días en la condición Frigider. Así también el 52% de las muestras presentaron resultados (muy positivos: mucho aldehído epidrínico) donde hay mayor rancidez en la prueba de Kreis con una coloración violeta a los 30 días en la condición armario y ventana como también a los 61 días en la condición armario y ventana. Mientras que la diferencia de muestras presentó resultados (negativos: Sin aldehído epidrínico) donde, no hay rancidez con una coloración roja.

De acuerdo con la (tablas n° 21 y Figura 12), Análisis de Kreis en las muestras de aceite de Girasol adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. Nos muestra que el 26% de las muestras de aceite de Girasol resulto (positiva: poco aldehído epidrínico) y presencia de rancidez en la prueba de Kreis con una coloración rosada a los 30 y 61 días en la condición Frigider. Así también el 52% de las muestras presentaron resultados (muy positivos: mucho aldehído epidrínico) donde, hay mayor rancidez en la prueba de Kreis con una coloración violeta a los 30 días en la condición armario y ventana como también a los 61 días en la condición armario y ventana. Mientras que la diferencia de muestras presentó resultados (negativos: Sin aldehído epidrínico) donde, no hay rancidez con una coloración roja.

De acuerdo con los resultados obtenidos en donde se muestran las barras de Oxidación o rancidez para cada tipo de aceites que se representaron en las (figuras n°9, 10, 11,12 y 13) en las que se puede observar la fase inicial donde comienza el principio de la formación de aldehído epidrina de cada uno de ellos por lo que se destaca que en la condición (ventana) se dieron los niveles más altos de formación de aldehído epidrina por el color violeta que

presentaron a los 30 y 61 días del análisis, lo que indico mayor rancidez de aldehído, sin olvidar que todo esto va juntamente de la mano con el tiempo que permanecieron cada uno de los tipos de aceites en esas condiciones.

Por lo tanto, cabe resaltar que el ácido linoleico está relacionado con la formación de aldehído epidrina ya que este es un derivado de la oxidación del ácido linoleico y está relacionado con el tiempo de reutilización y el almacenamiento deficiente de aceites y mantecas (Pereyra et al., 2009).

Hay que tener en cuenta que la rapidez de degradación de los lípidos no solo depende de la exposición a la temperatura, tiempo y el oxígeno; sino también de la composición del aceite porque el grado de insaturación es un factor que afecta principalmente la cinética de las reacciones de degradación de los aceites, por lo que el tipo y la concentración de los ácidos grasos presentes en cada tipo de aceite es un parámetro importante en la caracterización de aceites comerciales con diferentes propósitos (Zapata *et al.*, 2015).

El presente análisis continuó con los siguientes parámetros de oxidación: Ensayos Fisicoquímicos (Métodos cuantitativos-Análisis de la composición de aceites) en estado fresco.

De acuerdo con la (tabla n° 22 ,23 y Figura 13), Análisis de la Composición en las muestras de aceite de cocina en estado fresco, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018. Observamos que la presencia de Ácido linoleico: C18:2 n-6 se encuentra en mayor promedio en el Aceite de Girasol con 59.42% seguido del aceite canola con 18.94%, la Linaza con 16.21%, el aceite de oliva extra virgen con 5.31% y minoritariamente en el aceite de hígado de bacalao con 3.52%.

Codex Alimentarius (CXS, 1999). *Informe de la Norma para aceites vegetales especificados*, se menciona que:

El aceite de Girasol en su composición de ácido linoléico debe estar entre 48.3 - 74.0%; el aceite de Canola debe tener entre 11.0 – 23.0% de ácido linoléico; mientras que para el aceite de Linaza debe estar entre 8.3 - 30.0 % de ácido linoléico.

Por lo que según los resultados obtenidos mostraron que el Aceite de Canola presento 18.94% de ácido linoleico en su composición; el aceite de Girasol presento tener 59.42% de ácido linoleico; el aceite de Lino presento 16.21% de ácido linoleico. Según estos datos en el ácido linoleico todos están dentro del límite establecido por el Codex.

Codex Alimentarius (CXS, 1981). *Norma para los aceites de oliva y aceites de orujo de oliva*: Se menciona que el aceite de Oliva extra Virgen en su composición, el ácido linoleico debe ser entre 3.5 - 21.0 %. Según los resultados el aceite de Oliva en el análisis presento de ácido linoleico 5.31%, por lo que también demostró estar dentro de los límites establecidos según las Normas del Codex.

Codex Alimentarius (CXS, 2017). *Norma para aceites de pescado*: Se menciona que *el* ácido linoleico debe estar entre 0.5 – 3.0 %. Por lo que según los resultados el aceite de Hígado de bacalao en el análisis, presento el 3.52% de ácido linoleico, por lo tanto, se demostró que el ácido linoleico no cumple con los límites establecidos por el Codex. Según estos datos, en el ácido linoleico todos están dentro del límite establecido a excepción de la muestra de Hígado de bacalao que debió de estar entre 0.5 – 3.0 % de ácido linoleico, según los límites establecidos. Por lo tanto, la mayoría de los aceites analizados están dentro de los límites establecidos en el Codex y son aptos para el consumo humano.

El porcentaje elevado de ácido linoleico en los aceites analizados debe estar relacionado con los altos valores de peroxidación lipídica al final de la prueba, lo que indicaría una alta susceptibilidad a las reacciones de oxidación

y como producto de la reacción sería el aldehído epidrina, causante de la rancidez de las muestras de aceite (Pereyra et al., 2009).

Codex Alimentarius (CXS, 2019). *Informe de la 26ª Sesión del Comité del Codex sobre Grasas y Aceites*. Documento de Debate sobre la Revisión de los Límites para los Ácidos Oleico y Linoléico en los Aceites de Semilla de Girasol en la Norma para Aceites Vegetales Especificados, refieren:

El aceite de girasol de alto contenido de ácido oleico deberá contener no menos de 75 % de ácido oleico (como porcentaje del contenido total de ácidos grasos), mientras que el aceite de Girasol de ácido oleico deberá contener no menos de 14.0 % y no mayor de 39.4 % de ácido oleico (como porcentaje del contenido total de ácidos grasos), en cuanto al ácido linoleico deberá contener no menos de 48.3 % y no mayor de 74.0 %.

Argentina, Brasil y Uruguay presentaron datos y pruebas científicas que demuestran que la temperatura influye en los rangos de ácidos grasos del aceite de girasol, en particular en los ácidos oleico y linoleico, productos de los cultivos de semilla de girasol en nuevas zonas de producción más cálidas que las tradicionales. La declaración al comienzo de la sección 3.1 de la norma del Codex STAN 210-1999 reconoce que podría haber variaciones en la composición esencial y factores de calidad de los aceites vegetales debido a factores climáticos o geográficos nacionales.

Este análisis de la composición de los aceites se reflejó en base al ácido linoleico, ya que el ácido linoleico está relacionado con la formación de epidrina aldehído, porque es un derivado de la oxidación del ácido linoleico, además está relacionado con el tiempo de reutilización y las condiciones de almacenamiento deficiente de aceites y mantecas (Pereyra et al., 2009).

Aunque según los resultados obtenidos la mayoría de los aceites analizados están dentro de los límites establecidos en el Codex, algunos de ellos exceden los límites por lo que tenemos que tener en cuenta que la velocidad de la degradación de los lípidos no solo depende de la exposición a la temperatura, tiempo y el oxígeno, sino también, de la composición del aceite. El grado de insaturación es un factor que afecta de manera directa la cinética de las reacciones de degradación de lípidos. Los aceites con un alto contenido de ácidos grasos insaturados, principalmente poliinsaturados, son más débiles a la oxidación, por lo que el tipo y la concentración de los ácidos grasos presentes en cada tipo de aceite es un parámetro importante en la caracterización de aceites comerciales con diferentes propósitos (Zapata et al., 2015).

## V. CONCLUSIONES

Del estudio realizado a los 5 tipos de aceites: Canola, Oliva extra virgen, Linaza, Hígado de bacalao y Girasol, en sus tres condiciones de almacenamiento (Frigider, ventana y armario), analizadas en tres etapas (Fresco, a los 30 y 61 días), provenientes del supermercado llamado Carrefour, ubicado en el centro comercial llamado Arkadia, en las principales calles del centro de Varsovia – Polonia, donde existe mayor demanda de todo tipo de aceites de cocina y es muy frecuentado por turistas. Según los resultados obtenidos se pueden llegar a las siguientes conclusiones:

- Del análisis organoléptico, se concluyó que todas las muestras de aceites en su estado fresco no presentaron ningún tipo de alteración ni en su color y olor. Mientras que a los 61 días se percibió que los aceites conforme pasaban los días se mostraban más turbios y de color algo pardo, su olor era un poco más intenso no propio del aceite en estado fresco, esto se presentó en su condición de almacenamiento (ventana, Frigider y armario) en los aceites Hígado de Bacalao, Oliva extra virgen y Girasol.
- En el análisis de Índice de Peróxido se concluyó que todas las muestras de aceite en su estado fresco, no presentaron ningún tipo de alteración, a excepción del aceite de Girasol que sobrepasaba el Lea Number. A los 61 días del análisis se percibió en los aceites un mayor índice de peróxido en su condición de almacenamiento (ventana) mostrando altos valores de peroxidación a comparación de las otras condiciones de almacenamiento, esto iba en aumento a medida que pasaban los días; el tipo de aceite que presentó mayor índice de peroxidación en esta condición fue el aceite de Oliva extra virgen con 68.36%, seguido por el aceite de Girasol con 66.06% y por último Canola con 55.36%.
- En el análisis de Kreis se concluyó que todas las muestras de aceite en estado fresco demostraron estar en buenas condiciones. A los 61 días se

presenció que el aceite de Oliva extra virgen, Hígado de Bacalao y Girasol presentaron mayor formación de aldehído epidrina por el color violeta que se presenció en ellos en sus dos condiciones (ventana y armario).

- En el análisis de la Composición de los aceites, en las muestras en estado fresco, en base al ácido linoléico responsable de la formación de epidrina aldehído, por ser un derivado de la oxidación del ácido linoleico y estar relacionado con el efecto del tiempo y almacenamiento deficiente de aceites y mantecas (Pereyra et al., 2009). Observamos que el Aceite de Girasol tiene un mayor promedio con 59.42% y minoritariamente en el aceite de Hígado de bacalao con 3.52%. Ahora según las normas del Codex Alimentarius tanto para Aceites Vegetales y Pescados (Hígado de bacalao), el aceite de Hígado de bacalao sobrepasa los límites permitidos con 3.52%, en cuanto a los demás tipos de aceites estuvieron dentro de los límites permitidos y aptos para su comercialización.
- Por lo tanto de todos los resultados obtenidos en los parámetros de oxidación se evidencio un mayor índice de peroxidación lipídica o rancidez en la condición de almacenamiento (ventana) evaluado a los 61 días en todos los aceites. Concluyéndose que la peroxidación de lípidos es mayor, cuando los aceites presentan un elevado porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados y son expuestos a la luz durante largos periodos de tiempo.

## VI. RECOMENDACIONES

- El estudio se recomendaría a posteriores investigaciones, con el objetivo de estudiar a todos los compuestos secundarios producidos durante la oxidación lipídica en aceites, que se encuentran relacionados con el estrés oxidativo siendo este el punto de partida de muchas enfermedades como cáncer y entre otros, así mismo colaborar con la DIGESA con fines de control de calidad de los aceites y grasas, ya que estos pueden ser un componente alimentario funcional interesante, pero se necesita un análisis detallado para confirmar su aplicabilidad y su influencia en la salud humana, o también como referencia para estudios similares en oxidación o Rancidez en Aceites de consumo humano.
- Por otro lado con el presente estudio realizado en Polonia la población peruana tendrá conocimiento del tipo de aceite que consume, y de todos los efectos perjudiciales que puede ocasionar para su salud, si no se tiene las precauciones necesarias en su correcta utilización y conservación según el tipo de aceite que se adquiera; porque el mismo problema que se presenta en Polonia también lo presentamos en nuestro país, los mismos tipos de aceites se comercializan en nuestro país así como en todo el mundo. Además que nos brindará una perspectiva sobre la calidad alimenticia que las personas habitualmente deben tener, con la finalidad de preservar la salud, evitar el desarrollo de enfermedades que originan la destrucción histológica del organismo, y que posteriormente pueden terminar en cáncer.
- Estudios de esta naturaleza permiten reforzar el control de calidad de los aceites de consumo, debido a que en el proceso de peroxidación de lípidos, los primeros y más afectados son los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), por factores físicos y químicos muy diversos (luz, calor, iones metálicos, humedad, acidez, clorofila u otros pigmentos) que pueden disparar o acelerar este proceso (Delgado,2004). Alterando

importantemente las propiedades nutraceuticas y sensoriales de los aceites, produciendo olores y sabores desagradables y provocando la pérdida del valor nutricional, debido a la oxidación de los omegas y la descomposición de las vitaminas A, E y D, lo que lleva a una depreciación del producto y un rechazo por parte del consumidor (Zapata *et al.*, 2015).

- El estudio se recomendaría en dar a conocer a los consumidores que los ácidos grasos, están implicados en: El comienzo y desarrollo de muchas enfermedades, vinculadas con el estrés oxidativo, presentando diversos estados patológicos en los cuales se altera las funciones celulares, contribuyendo o retroalimentando el proceso de muchas enfermedades degenerativas como la aterosclerosis, cardiomiopatías, enfermedades neurológicas y cáncer (Avello y Suwalsky,2006). Además de demostrar que, el aldehído epidrina es un compuesto secundario generado de la ruptura que sufren los hidroperóxidos durante la oxidación lipídica en las emulsiones de lípidos, asimismo el efecto del tiempo y las condiciones de almacenamiento deficientes son factores que influyen en la peroxidación lipídica en los aceites; el dar conocimiento de esto, permitirá cambiar la forma de uso y las condiciones de almacenamiento según el tipo de aceite, con el fin de evitar la peroxidación lipídica y sus riesgos en la salud (Pereyra *et al.*,2009).
  
- Se recomendaría también el presente estudio a todas las instituciones de salud, diversos establecimientos como empresas productoras de aceites, supermercados, restaurantes, hasta en los mismos hogares, en donde los aceites tienen uso diario y los beneficiarios directos somos nosotros, quienes finalmente somos los receptores de estas emulsiones.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios por brindarme la vida, y haberme dado la oportunidad a través de la dirección de Cooperación y Vinculación Internacional encargado de promover, desarrollar y acrecentar el enlace de la Universidad San Pedro con la Universidad Medica de Varsovia en el país de Polonia, con la finalidad de desarrollar el presente proyecto de investigación en el Departamento de Bromatología de la Facultad de Farmacia con la División de Laboratorio Medicina Universidad Medica de Varsovia y por todas las inolvidables experiencias adquiridas.

Agradezco a mis padres, a mi novio, hermanos y a todos mis seres queridos, quienes son el pilar fundamental de todos mis logros en el estudio y en la vida misma, y mucho más en esta meta alcanzada.

Quiero agradecer a la, Escuela de Bioquímica y Farmacia, la cual me abrió las puertas del aprendizaje científico y humano, a la Universidad Medica de Varsovia en especial al Departamento de Bromatología de la Facultad de Farmacia con la División de Laboratorio Medicina, quien me brindó su apoyo y todo lo necesario para realizar el presente proyecto.

Extiendo un agradecimiento profundo a mi asesor de tesis el Dr. Rafael Diomedes Camones Maldonado y a la Pharm.D. Bárbara Bobrowska Korczak, los cuales han sabido llevar adelante este trabajo de investigación, aportando con conocimiento técnico y científico, además con responsabilidad, virtudes y valores enmarcados en la ética humana.

No puedo dejar de lado, agradecer a mis amigos que siempre me han dado su aliento, apoyo y ánimo para seguir adelante con todos los propósitos planteados y así a todas las personas que hicieron posible la culminación de esta tesis.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Avilés, J., Ramón, A., Moratalla, G., Pérez, R., Morón, J., y Ayala, A. (2009). Efectos del consumo de aceites termo-oxidados sobre la peroxidación lipídica en animales de laboratorio. *Nutrición Hospitalaria*, 24(4), 473-478. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/3092/309226747012.pdf>
- Avello, M., y Suwalsky, M. (2006). Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea*, 494(2), 161-172. Recuperado de: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-04622006000200010](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-04622006000200010)
- Bialek, A., Bialek, M., Jelinska, M., Tokarz, A. (2017). Fatty acid composition and oxidative characteristics of novel edible oils in Poland. *CyTA - Journal of Food*. 15(1), 1-8. Recuperado de : <https://doi.org/10.1080/19476337.2016.1190406>
- Ciappini, M., Gatti, M., Cabrerizo, M., y Chaín, P. (2016). Modificaciones fisicoquímicas y sensoriales producidas durante las frituras domésticas sobre aceite de girasol refinado y aceite de oliva virgen extra. *Invenio*, 19 (37), 155-165. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5662211.pdf>
- Codex Alimentarius. (1981). *Norma para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales* (Codex Stan 19-1981). Recuperado de: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/ninternacionales/CODEX-STAN-019-1981.pdf>
- Codex Alimentarius. (1999). *Norma para aceites vegetales especificados* (Codex Stan 210-1999). Recuperado de: [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/shproxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B210-1999%252FCXS\\_210s.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/shproxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B210-1999%252FCXS_210s.pdf)
- Codex Alimentarius. (2017). *Informe de la 25ª Sesión del Comité del Codex sobre Grasas y Aceites*. Recuperado de: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/shproxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252F>

[workspace.fao.org/sites/codex/Meetings/FCX-709-25/Report/FREP17\\_FINAL/FREP17\\_FOs.pdf](https://workspace.fao.org/sites/codex/Meetings/FCX-709-25/Report/FREP17_FINAL/FREP17_FOs.pdf)

Codex Alimentarius. (2017). *Informe de la Norma para los aceites de oliva y aceites de orujo de oliva* (Codex Stan 33-1981). Recuperado de: [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/shproxy/en/?lnk=1&url=https://workspace.fao.org/sites/codex/Standards/FCXS%2B33-1981/FCXS\\_033s.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/shproxy/en/?lnk=1&url=https://workspace.fao.org/sites/codex/Standards/FCXS%2B33-1981/FCXS_033s.pdf)

Codex Alimentarius. (2017). *Informe de la Norma para aceites de pescado* (CXS 329-2017). Recuperado de: [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https://workspace.fao.org/sites/codex/Standards/FCXS%2B329-2017/FCXS\\_329s.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https://workspace.fao.org/sites/codex/Standards/FCXS%2B329-2017/FCXS_329s.pdf)

Codex Alimentarius. (2019). *Informe de la 26.ª Reunión del Comité del Codex sobre Grasas y Aceites*. Recuperado de: [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/shproxy/en/?lnk=1&url=https://workspace.fao.org/sites/codex/Meetings/FCX-709-26/REPORT/Final/20REP19/FREP19\\_FOs.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/shproxy/en/?lnk=1&url=https://workspace.fao.org/sites/codex/Meetings/FCX-709-26/REPORT/Final/20REP19/FREP19_FOs.pdf)

Delgado, W (2004). ¿Por qué se enrancian las grasas y aceites?. *Palmas*. 25 (2) ,35-43.

Drehmer, E. (2007). *Estudio comparativo de aceite de oliva y maíz sobre el metabolismo oxidativo de rata* (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. Recuperado de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/4181/tesisUPV2685.pdf>

Durán, S., Torres, J., y Sanhueza, J (2015). Aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica: características y propiedades. *Nutrición Hospitalaria*, 32(1) ,11-19. Recuperado en: <http://www.redalyc.org/pdf/3092/309239661004.pdf>

- Escalera, R y Caba, F. (2015). Evaluación nutricional de los ácidos grasos de aceite de semillas de Palqui (*Acacia Feddeana* Harms). *Investigación & Desarrollo*, 1(15), 13 – 18. Recuperado de: [http://www.scielo.org.bo/pdf/riyd/v1n15/v1n15\\_a03.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/riyd/v1n15/v1n15_a03.pdf)
- García, M. (2018). *Oxidación lipídica en productos lácteos: influencia de la adición de ácidos grasos funcionales* (Tesis Doctoral). Universidad autónoma de Madrid, Madrid, España. Recuperado en: [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/686770/garcia\\_martinez\\_maria\\_del\\_carmen.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/686770/garcia_martinez_maria_del_carmen.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Helrich, K. (1990). *Official Methods of Analysis 15th Edition*. Virginia, United States: Association of Official Analytical Chemists, Inc. Recuperado de <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>
- Instituto Tecnológico de Durango. (2010). “*Técnica de análisis de Aceite Esencial de orégano por cromatografía de gases*”. Recuperado de <http://tecno.cruzferro.com/residencias/05040909-dozal-residencia>
- Jiménez, B. (2011). *Evolución del perfil sensorial del aceite de oliva virgen en la maduración y su influencia en el diseño de la almazara* (Tesis Doctoral). Universidad de Granada, Granada, España. Recuperado de: <https://hera.ugr.es/tesisugr/20763499.pdf>
- Juárez., y Sammán, N. (2007). El deterioro de los aceites durante la fritura. *Esp Nutrición Comunitaria*, 13(2), 82-94. Recuperado de: <http://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/0032007.pdf>
- Katz, M. (2017). *Lípidos en la industria química*. Buenos Aires, Argentina: Asociación Química Argentina. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/profile/Miguel\\_Katz/publication/324594734\\_Los\\_lipidos\\_en\\_la\\_industria\\_quimica/links/5ad76c88aca272fdaf7ed80a/Los-lipidos-en-la-industria-quimica.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/Miguel_Katz/publication/324594734_Los_lipidos_en_la_industria_quimica/links/5ad76c88aca272fdaf7ed80a/Los-lipidos-en-la-industria-quimica.pdf?origin=publication_detail)
- Lechuga, Víctor & Quehwarucho, Jimena. (2015). *Determinación y cuantificación de 3,4 benzopireno por Hplc y grado de alteración en aceites y mantecas comestibles según el tiempo de reutilización en la fritura en chicharronerías y pollerías del centro histórico del cusco*

(Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/149/253T20150053.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Manrique, C. (2016). *Evaluación preliminar del efecto neuroprotector de la emulsión LMH-E1410 en cerebro de ratas obesas (Sprague Dawley)* (Tesis de Licenciatura). Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/upch/598/Evaluaci%C3%B3n%20preliminar%20del%20efecto%20neuroprotector%20de%20la%20emulsi%C3%B3n%20LMH-E1410%20en%20cerebro%20de%20ratas%20obesas%20Sprague%20Dawley.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rojas, M y Martínez, T. (2010). Peroxidación de lípidos y sus efectos sobre la salud. *Lípidos y Salud*, 10(3) ,1-8. Recuperado de: [https://lapalmaesvida.com/wpcontent/uploads/2018/08/lipidos\\_y\\_salud\\_3.pdf](https://lapalmaesvida.com/wpcontent/uploads/2018/08/lipidos_y_salud_3.pdf)

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *Perspectivas Alimentarias*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/CA0910ES/ca0910es.pdf>

Paucar, P., Salvador, R., Guillén, J., Capa, J., y Moreno, C (2015). Estudio comparativo de las características físico-químicas del aceite de sacha Inchi (*Plukenetia volubilis l.*), aceite de oliva (*Olea Europaea*) y aceite crudo de pescado. *Scientia Agropecuaria*, 6 (4), 279 -290. Recuperado de: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S207799172015000400005](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S207799172015000400005)

Pereyra, M., Costamagna, D., Rodríguez, P., Speltini, C., y Coppo, G. (2009). Estudio comparativo de la oxidación primaria de cinco aceites vegetales comestibles comerciales que se encuentran en el mercado. *Rumbos tecnológicos*, 1(1).53-63. Recuperado de:

<http://www.fra.utn.edu.ar/upload/06ed88143742b1dc09f286dece57e918.pdf>

Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats, and Waxes Firestone, D. (ed.), Champaign, IL, AOCS Press. (2006). Datos extraídos del Decreto N° 212/015. Recuperado de: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos-reglamento/80-2019>

Rogel, D. (2018). *Efecto en la vida útil de aceite de oliva virgen por medio de oxidación forzada para tres variedades diferentes* (Tesis Posgrado). Universidad de Jaén, Jaén, España. Recuperado de: <http://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/8228/1/TFM%20DULCE%20M%20ARIA%20ROGEL.pdf>

Tama, F., Sánchez, V., y Montaña, M. (2013). Valor nutritivo y efectos metabólicos de la reutilización de aceites comestibles calentados y oxidados. *Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil*, 16 (1), 14-21. Recuperado de: [http://www.ug.edu.ec/revistas/Revista\\_Ciencias\\_Medicas/REVISTA\\_N1\\_VOL16/Original.pdf](http://www.ug.edu.ec/revistas/Revista_Ciencias_Medicas/REVISTA_N1_VOL16/Original.pdf)

Unión Europea. (1991). Reglamento (CEE) N 2568/91 de la Comisión de 11 de julio de 1991 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis (DO L 248 de 5.9.1991, p. 1). Recuperado de: <http://data.europa.eu/eli/reg/1991/2568/oj/spa>

Uría, M. (2016). Método de determinación del índice de peróxido (1ª Edición). *El Peruano*. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-normas-tecnicas-peruanas-en-su-version-2016-sobre-a-resolucion-directoral-no-035-2016-inacaldn-1461538-1/>

- Uría, M. (2018). Método cualitativo para determinar la rancidez. Reacción de Kreis (1ª Edición). *El Peruano*. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-normas-tecnicas-peruanas-sobre-levaduras-aceites-y-resolucion-directoral-no-007-2018-inacaldn-1635350-1/>
- Velásquez, P. (2017). *Luz ambiental y peroxidación de emulsiones lipídicas parenterales. Unidad de Cuidado Intensivo Neonatal – INMP* (Tesis de Posgrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Recuperado de: [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/7161/Velásquez\\_ap.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/7161/Velásquez_ap.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Vicente, R., Rodríguez, E., Marrero, D., González, V., Sierra, R., y Morales, C. (2016). Determinación preliminar de productos de degradación formados por auto-oxidación del extracto lipídico de *Roystonea regia*. *Revista CENIC Ciencias Químicas*, 47, 49-55. Recuperado de: <https://ojs.cnrcu/index.php/RevQuim/article/view/112>
- Zapata, K., Piedrahita, A., Alzatea, A., Cortés, F., y Rojano, B (2015). Estabilización oxidativa del aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) con suspensiones de mortiño (*Vaccinium meridionale* SW). *Revista Ciencia en Desarrollo*, 6 (2), 141-153. Recuperado de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012174882015000200003&script=sci\\_abstract&lng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012174882015000200003&script=sci_abstract&lng=es)

## VIII. ANEXOS Y APÉNDICES

**Anexo 01.** Realizando el análisis de las Características Organolépticas de las muestras de aceite de cocina en fresco, al mes y a los dos meses, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.



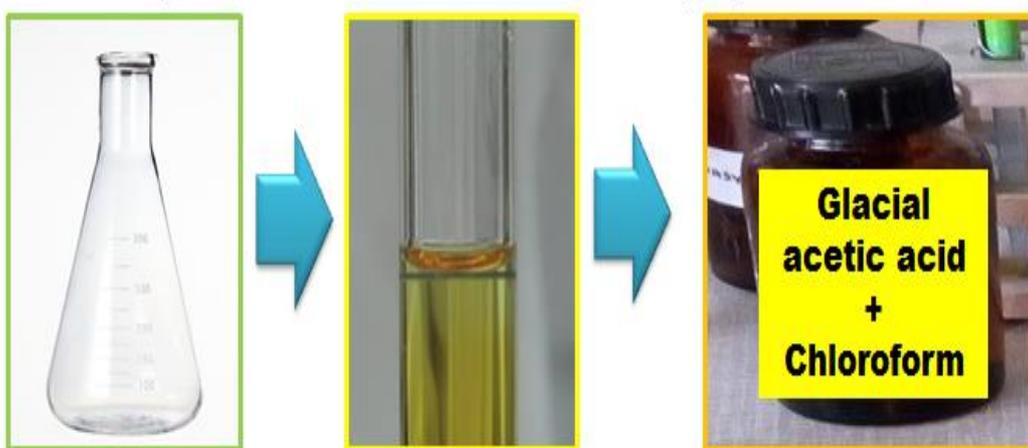
Se procedió a tomar 2 ml de aceite en un tubo de ensayo y se realizó el análisis sobre un fondo blanco, basado en su color y olor.



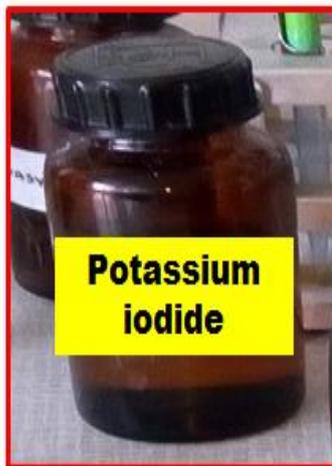
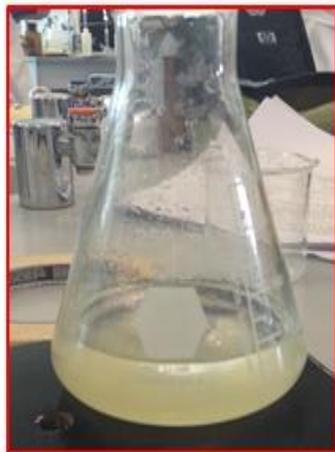
**Anexo 02.** Realizando el Análisis de Índice de Peróxido de las muestras de aceite de cocina en fresco, al mes y a los dos meses, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.



**Pese 1 gr de aceite o grasa, con la precisión del cuarto decimal, en un pequeño tubo de vidrio.**



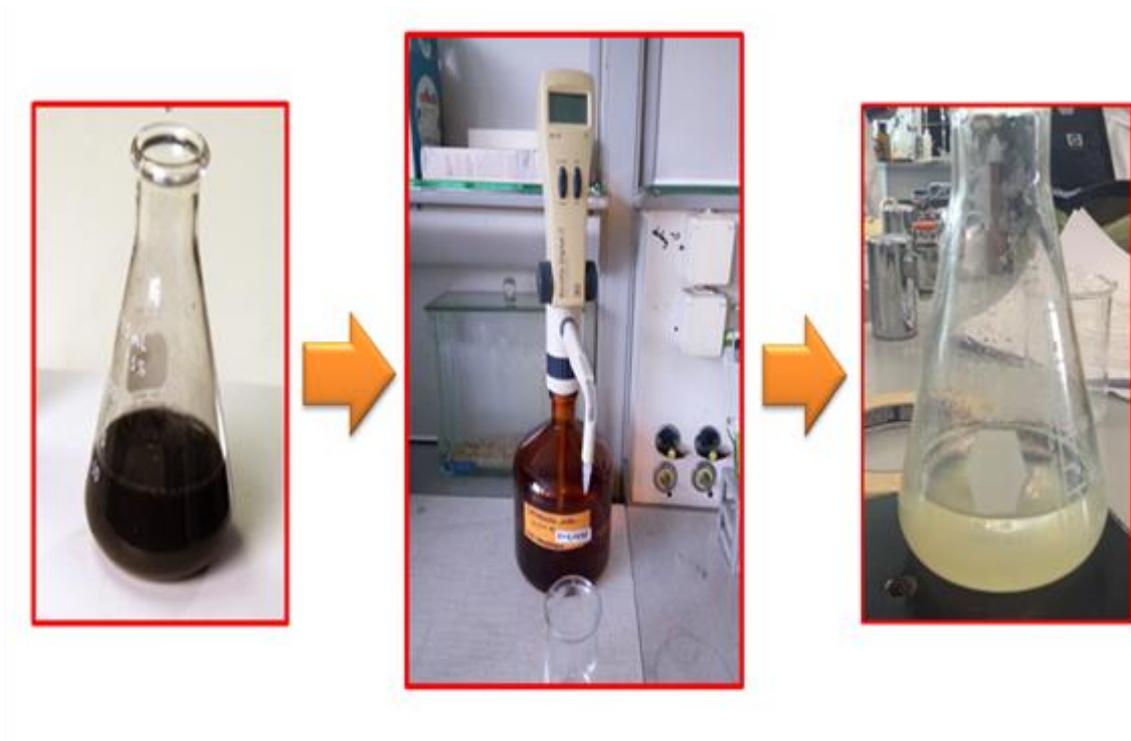
**Coloque el tubo con el aceite en un matraz de 200 ml con un tapón de vidrio y disuelva el aceite en 20 ml de ácido acético glacial y mezcla de cloroformo (3: 2).**



**Las grasas sólidas deben fundirse antes del análisis a una temperatura que no exceda los 50°C. Añadir 1 ml de solución saturada de yoduro de potasio.**



**Cerrar el matraz y agitarlo vigorosamente durante 1 min. Añadir 30 ml de agua destilada y 5 gotas de solución de almidón al 1%.**



Valorar la muestra con tiosulfato de sodio 0,01 M hasta que se decolore el color azul oscuro de los complejos de almidón y triyoduro. De la misma manera, realice la prueba en blanco, sin aceite ni grasa, donde el valor de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  no debe exceder de 0.1 ml.

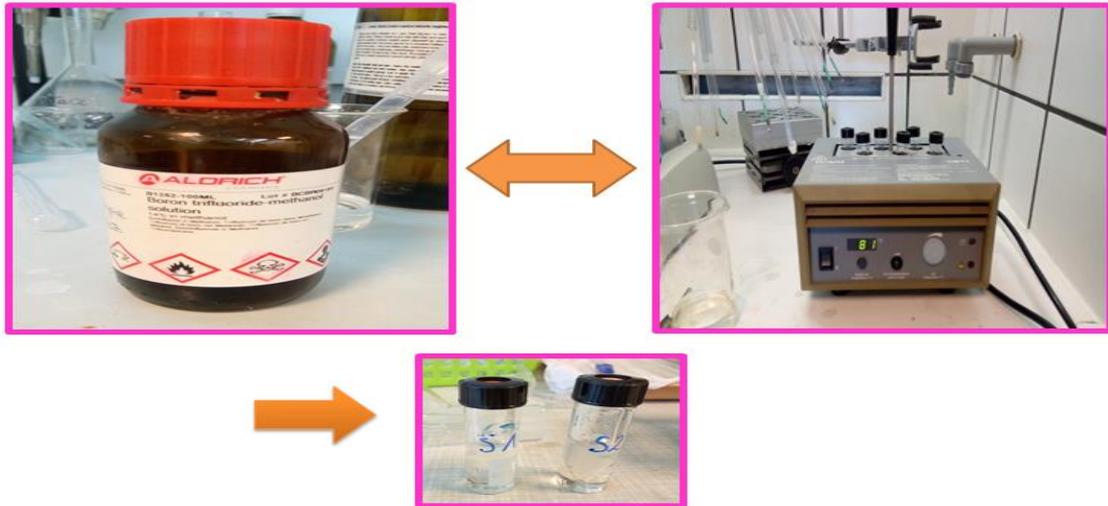
**Anexo 03.** Realizando el Análisis de la Composición de las muestras de aceite de cocina, adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.



**Poner una gota de aceite estudiado en un reacti-vial**



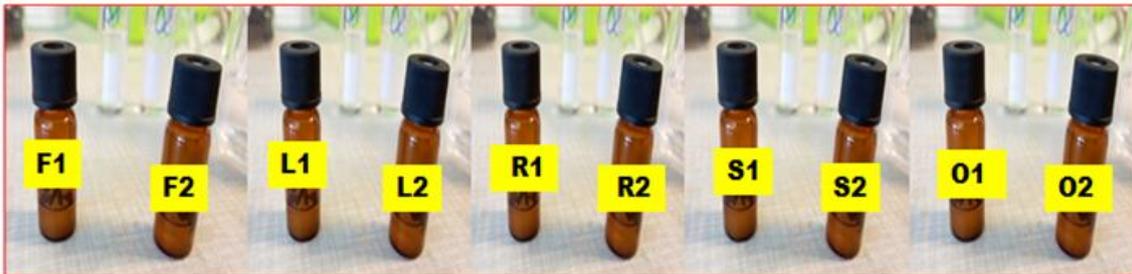
**Añadir 0,25 ml de 0,5 M, NaOH en metanol y calentar 15 min, en atmósfera de N<sub>2</sub> a 80°C.**



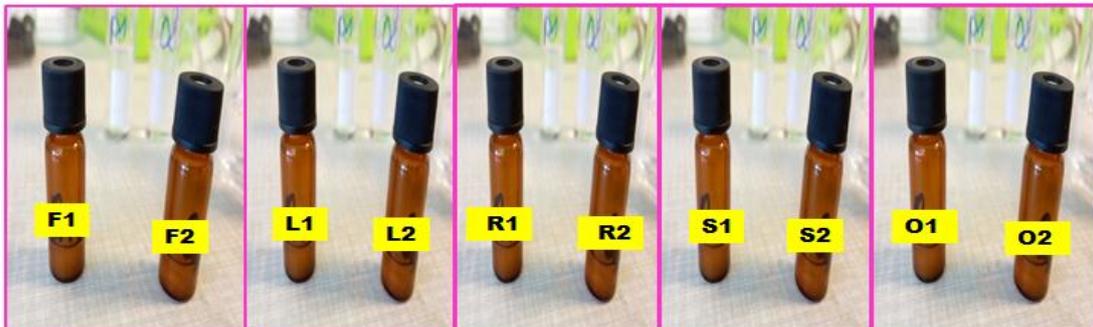
Añadir 0,5 ml de metanol trifluoruro de boro al 14% y volver a calentar 15 min a 80°C.



Enfriar el vial, luego agregar 0.5 ml de agua y 0.5 ml de hexano y mezclar en vórtex



Recoja la capa superior de hexano en un nuevo vial con  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidro.

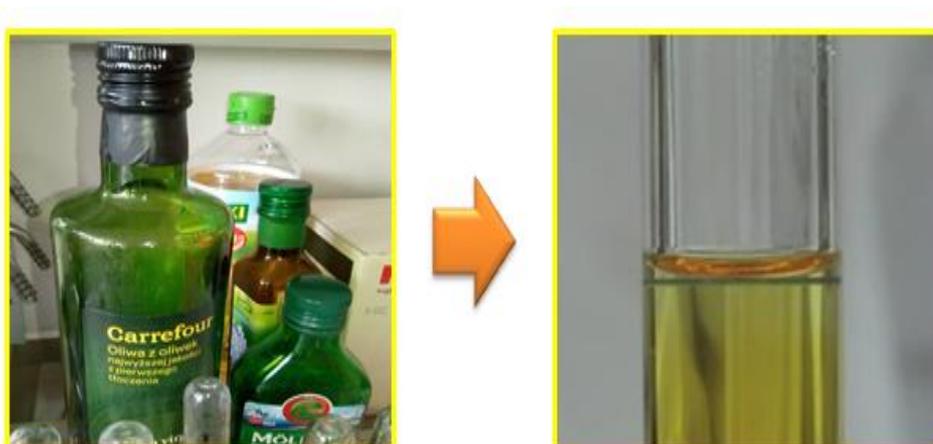


Transfiera 100 ul de una muestra seca a otro vial y agregue 900 ul de metanol.



**Inyectamos 1 ul el equipo de cromatografía de gases.**

**Anexo 04.** Realizando el Análisis de Kreis en las muestras de aceite de cocina en fresco, al mes y a los dos meses adquiridas en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.



**Vierta 2 ml de aceite o grasa derretida y filtrada en el tubo de ensayo con un tapón.**



**Añadir 2 ml de ácido clorhídrico concentrado y agitar durante un minuto. Si la mezcla no se tiñe en esta etapa.**



**Agregue 2 ml de solución de floroglucina al 0,1% en éter o solución de resorcina al 0,15% en benceno y agite fuertemente. Deje la muestra a capas de separación.**

**Cromatogramas de la composición de los aceites analizados**

**Anexo 05.** Cromatograma de la composición del aceite de Canola, adquirida en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.

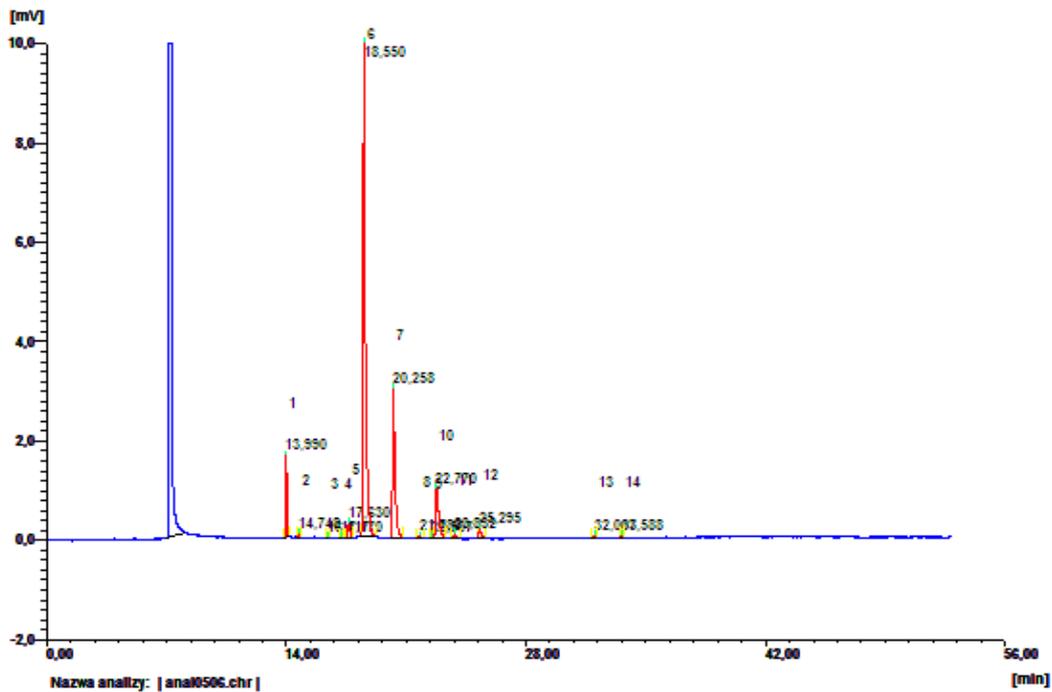
Raport wydrukowano: 26-09-2018 12:13 | anal0506.chr |

kalibracja wzorcem zewnętrznym

Nazwa analizy: C:\CHROMA\LUCERO-1\anal0506.chr  
 Metoda: C:\CHROMA\ANALIZY\gc1.met  
 Data utworzenia: 10-07-18 09:46 /  
 Analiza: 5962 Chr-mod wersja1.0

Lucero rzepak 1

NUMER PIKU	CZAS RETENCJI [min]	POWIERZCHNIA [μV 1/100 min]	WYSOKOŚĆ [μV]	SZEROKOŚĆ [min]	NAZWA
A/1	13,990	11991	1634	0,068	palmitic acid
A/2	14,748	598	71	0,078	palmitoleic acid
A/3	16,417	154	20	0,080	
A/4	17,170	195	23	0,078	
A/5	17,630	4481	297	0,140	stearic acid
A/6	18,550	168542	11084	0,118	oleic acid n-9
A/7	20,258	48874	3000	0,132	linoleic acid n-6
A/8	21,780	568	29	0,197	
A/9	22,507	195	17	0,115	
A/10	22,770	20941	974	0,192	alpha-linolenic n-3
A/11	23,832	1356	79	0,158	
A/12	25,295	3014	180	0,153	eicosenoic acid
A/13	32,007	643	46	0,137	
A/14	33,588	403	28	0,133	
SUMA		261955	17482		



**Anexo 06.** Cromatograma de la composición del aceite de Oliva extra virgen, adquirida en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.

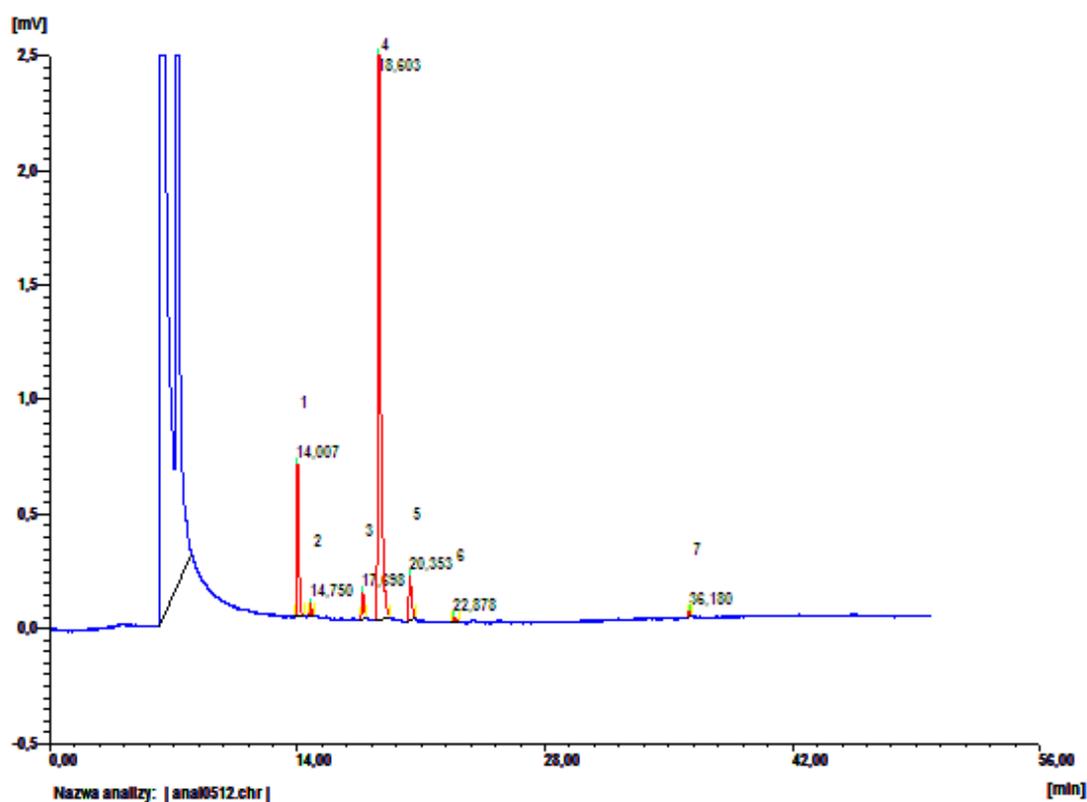
Raport wydrukowano: 26-09-2018 11:36 | anal0512.chr |

kalibracja wzorcem zewnętrznym

Nazwa analizy: C:\CHROMA\LUCERO~1\anal0512.chr  
 Metoda: C:\CHROMA\ANALIZY\gc1.met  
 Data utworzenia: 11-07-18 10:54 /  
 Analiza: 5974 Chr-mod wersja1.0

Lucero Oliwa 1

NUMER PIKU	CZAS RETENCJI [min]	POWIERZCHNIA [ $\mu\text{V}$ 1/100 min]	WYSOKOŚĆ [ $\mu\text{V}$ ]	SZEROKOŚĆ [min]	NAZWA
A/1	14,007	7764	661	0,097	palmitic a. 16:0
A/2	14,750	570	50	0,108	palmitoleic a. 16:1
A/3	17,698	1875	113	0,157	stearic a. 18:0
A/4	18,603	51459	2955	0,140	oleic a. 18:0
A/5	20,353	3415	190	0,167	linoleic a. 18:2 n-6
A/6	22,878	465	22	0,202	alpha-linolenic a.
A/7	36,180	303	22	0,157	
SUMA		65851	4013		



**Anexo 07.** Cromatograma de la composición del aceite de Linaza, adquirida en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.

Raport wydrukowano: 26-09-2018 11:31

| anal0511.chr |

kalibracja wzorcem zewnętrznym

Nazwa analizy: C:\CHROMA\LUCERO~1\anal0511.chr

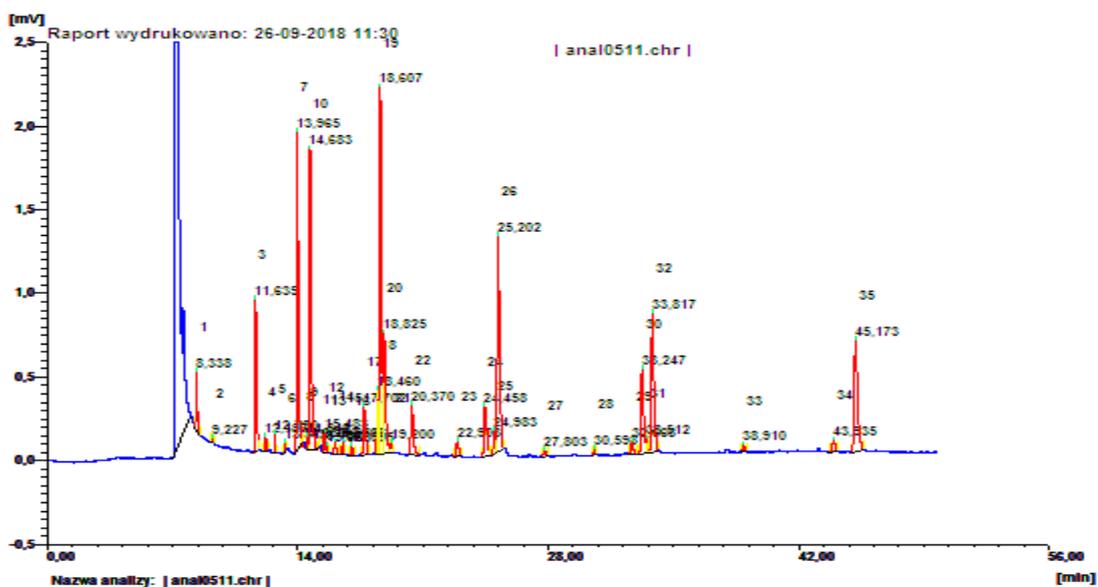
Metoda: C:\CHROMA\ANALIZY\gc1.met

Data utworzenia: 11-07-18 10:00 /

Analiza: 5973 Chr-mod wersja1.0

Lucero tran 2

NUMER PIKU	CZAS RETENCJI [min]	POWIERZCHNIA [ $\mu\text{V}$ 1/100 min]	WYSOKOŚĆ [ $\mu\text{V}$ ]	SZEROKOŚĆ [min]	NAZWA
A/1	8,338	2810	335	0,072	
A/2	9,227	188	20	0,082	
A/3	11,635	9456	902	0,100	myristic a. 14:0
A/4	12,197	794	82	0,082	
A/5	12,730	690	111	0,058	
A/6	13,312	284	48	0,057	
A/7	13,965	20883	1901	0,098	palmitic a. 16:0
A/8	14,283	-47	5	0,035	
A/9	14,548	487	70	0,077	
A/10	14,683	20754	1791	0,093	palmitoleic a. 16:1
A/11	15,187	100	16	0,063	
A/12	15,483	1077	112	0,088	
A/13	15,665	335	39	0,078	
A/14	16,063	889	68	0,128	
A/15	16,508	666	67	0,082	
A/16	17,005	612	50	0,113	
A/17	17,702	4205	281	0,137	stearic a. 18:0
A/18	18,460	3170	376	0,085	18:1 trans9
A/19	18,607	28566	2186	0,115	oleic a. 18:1 n-9
A/20	18,825	11389	715	0,158	vaccenic a. 18:1 n-7
A/21	19,200	944	60	0,173	
A/22	20,370	4801	294	0,138	linoleic a. 18:2 n-6
A/23	22,903	1561	87	0,177	alpha-linolenic a.
A/24	24,458	5708	292	0,187	eicosanoic a.
A/25	24,983	1593	134	0,127	
A/26	25,202	20726	1284	0,143	
A/27	27,803	542	35	0,165	
A/28	30,598	460	34	0,128	
A/29	32,668	1056	65	0,153	
A/30	33,247	8483	503	0,155	erucic a. 22:1 n-9
A/31	33,512	1128	76	0,160	
A/32	33,817	13156	823	0,138	EPA, 20:5 n-3
A/33	38,910	547	35	0,142	
A/34	43,935	1218	61	0,193	
A/35	45,173	14311	661	0,185	DHA, 22:6 n-3
SUMA		183542	13619		

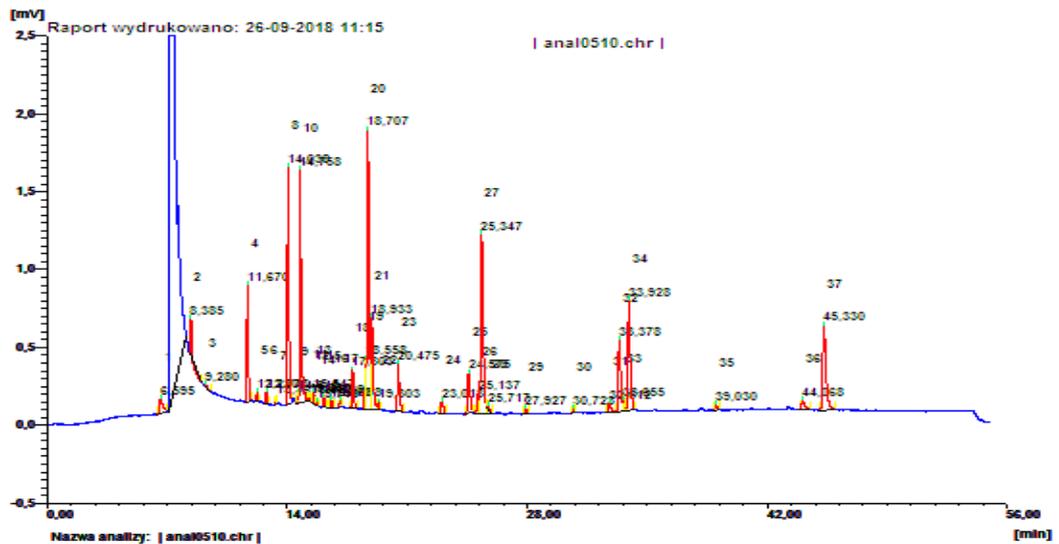


**Anexo 09.** Cromatograma de la composición del aceite de Hígado de Bacalao, adquirida en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.

Raport wydrukowano: 26-09-2018 11:16 | anal0510.chr |  
 kalibracja wzorcem zewnętrznym  
 Nazwa analizy: C:\CHROMA\LUCERO~1\anal0510.chr  
 Metoda: C:\CHROMA\ANALIZY\gc1.met  
 Data utworzenia: 11-07-18 09:03 /  
 Analiza: 5972 Chr-mod wersja1.0

lucero tran 1

NUMER PIKU	CZAS RETENCJI [min]	POWIERZCHNIA [ $\mu\text{V}$ 1/100 min]	WYSOKOŚĆ [ $\mu\text{V}$ ]	SZEROKOŚĆ [min]	NAZWA
A/1	6,585	2143	89	0,238	
A/2	8,385	1028	236	0,065	
A/3	9,280	155	17	0,073	
A/4	11,670	6764	743	0,078	myristic acid
A/5	12,230	559	57	0,088	
A/6	12,777	517	76	0,060	
A/7	13,367	226	35	0,060	
A/8	14,038	15797	1519	0,093	palmitic acid
A/9	14,618	392	59	0,067	
A/10	14,758	15687	1490	0,082	palmitoleic acid
A/11	15,253	192	26	0,075	
A/12	15,363	208	26	0,085	
A/13	15,547	669	70	0,092	
A/14	15,740	175	22	0,077	
A/15	16,138	666	58	0,103	
A/16	16,578	485	46	0,095	
A/17	17,088	485	44	0,117	
A/18	17,803	3269	245	0,123	stearic acid
A/19	18,558	2793	322	0,088	18:1 trans 9 elaidic
A/20	18,707	23298	1791	0,117	oleic acid
A/21	18,933	8675	584	0,153	vaccenic a. 18:1 n-7
A/22	19,303	642	43	0,145	
A/23	20,475	4258	300	0,122	linoleic acid n-6
A/24	23,013	1365	74	0,173	linolenic acid n-3
A/25	24,575	4486	257	0,158	
A/26	25,137	1643	124	0,135	
A/27	25,347	18974	1146	0,150	
A/28	25,717	-2172	43	0,185	
A/29	27,927	398	28	0,140	
A/30	30,723	316	25	0,123	
A/31	32,812	1061	58	0,165	
A/32	33,378	7513	454	0,150	22:1 n-9, erucic a.
A/33	33,655	991	66	0,165	
A/34	33,928	11206	699	0,138	EPA. 22:5 n-3
A/35	39,030	463	31	0,140	
A/36	44,068	1213	56	0,197	
A/37	45,330	12373	541	0,200	DHA, 22:6 n-3
SUMA		148913	11500		



**Anexo 10.** Cromatograma de la composición del aceite de Girasol, adquirida en el Supermercado Carrefour de Varsovia-Polonia del 2018.

Raport wydrukowano: 26-09-2018 12:00 | anal0514.chr |

kalibracja wzorcem zewnętrznym

Nazwa analizy: C:\CHROMA\LUCERO-1\anal0514.chr  
 Metoda: C:\CHROMA\ANALIZY\gc1.met  
 Data utworzenia: 11-07-18 12:46 /  
 Analiza: 5976 Chr-mod wersja1.0

Lucero Słonecznik 1

NUMER PIKU	CZAS RETENCJI [min]	POWIERZCHNIA [ $\mu\text{V}$ 1/100 min]	WYSOKOŚĆ [ $\mu\text{V}$ ]	SZEROKOŚĆ [min]	NAZWA
A/1	13,997	9229	877	0,100	palmitic a.
A/2	17,633	4925	274	0,157	stearic a.
A/3	18,528	43546	2715	0,127	oleic a.
A/4	20,282	85283	4813	0,145	linoleic a. n-6
A/5	22,830	703	31	0,195	alpha-linolenic a.
A/6	23,912	182	14	0,153	eicosanoic a.
A/7	25,373	347	16	0,145	
A/8	32,065	578	34	0,150	
SUMA		144793	8774		

