

“ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO DE OXIDACIÓN DE
ACEITE DE GIRASOL EXPUESTO AL MEDIO AMBIENTE Y
SOMETIDO AL CALOR EN FRITURAS DE PROTEÍNAS (CARNE
FRESCA)”



TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
QUÍMICO FARMACÉUTICO

Br. Bermudez Asto Beatriz Asunción



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
ESCUELA DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

TRUJILLO – PERÚ
2004

A Dios todopoderoso

Por su gracia divina y misericordia
Por iluminar mis pasos y guiarme
Con todo su amor en la culminación
de mi carrera profesional.

Beatriz

A mis padres:

María Asto

Las palabras en ésta ocasión son pocas para describir el inmenso agradecimiento que te mereces. Por ser la mujer cuyo carácter y firmeza han impulsado el progreso y el deseo de superación en el seno de nuestro lugar, ha pesar de las

adversidades que la vida nos presenta.
Gracias por el amor que me has
brindado en todo instante, por el apoyo,
por comprenderme y tolerar mis fallas,
estando allí cada vez que te necesito.

Nestor Bermudez

Con el más profundo y eterno
agradecimiento Por haberme
brindado su amor y comprensión
incondicional; por tu infinita
paciencia; por ser la persona
que siempre confío en mí y me
dio su apoyo constante para
culminar mi carrera
profesional. Gracias por
brindarme un poco de tu tiempo
y permitirme compartir junto a
ti, mi madre y mis hermanos mis
sueños, tristezas y esperanzas,
por ser amigo y estar allí cada
vez que te necesito.

Beatriz

A mis hermanos

Edmundo, Ana, Silvia,

Robin, Ronald, Melva

porque el compartir
con ellos el amor y la alegría
aprendí el valor de una verdadera
familia.

Beatriz

A mis sobrinas **Emily Giomara**
y Tatiana Alexandra
por ser quienes me impulsan
a salir adelante en todo
momento de mi vida.

Beatriz

BIBLIOTECA DE FARMACIA Y BIOQUIMICA

El más sincero agradecimiento a mi asesor:

Mg. Q.F. Rafael Jara Aguilar

Quien me brindo su capacidad profesional y buena voluntad en todo momento, por su desinteresado apoyo y orientación en la realización y culminación del presente trabajo de investigación.

BIBLIOTECA DE FARMACIA Y BIOQUIMICA

JURADO DICTAMINADOR

Mg. Q.F. EDUARDO IBAÑEZ ZAVALA (PRESIDENTE)

Mg. Q.F. RAFAEL JARA AGUILAR (MIEMBRO)

Mg. Q.F. MARITZA RODRIGO VILLANUEVA (MIEMBRO)

BIBLIOTECA DE FARMACIA Y BIOQUIMICA

PRESENTACIÓN

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO DICTAMINADOR:

Dado cumplimiento a lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, de la Universidad Nacional de la Libertad – Trujillo, someto a vuestra honorable consideración y elevado criterio, la presente tesis intitulada: “Estudio Comparativo del estado de oxidación de aceite de Girasol expuesto al medio ambiente y sometido al calor en frituras de proteínas (carne fresca)”, con el cual espero ser merecedor de obtener el Título Profesional.

Es propicio la oportunidad para evidenciar mi más sincero reconocimiento al Alma Mater y toda su plana docente, que con su capacidad, buena voluntad y enseñanzas impartidas han contribuido decididamente en nuestra formación profesional.

Dejo a vuestra consideración señores miembros del Jurado la calificación del respectivo trabajo.

Trujillo, Abril del 2004.

Beatriz A. Bermudez Asto

SUMARIO

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	MATERIAL Y MÉTODO	6
III.	RESULTADOS	10
IV.	DISCUSIÓN	13
V.	RESUMEN Y CONCLUSIONES	19
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

BIBLIOTECA DE FARMACIA Y BIOQUIMICA

I. INTRODUCCIÓN

El hombre cuenta con una gran variedad de especies vegetales y animales para obtener sus alimentos, necesarios para el crecimiento, el mantenimiento de las funciones normales del organismo y de la realización de trabajo. El consumo de dichos alimentos incluyen los macronutrientes tales como proteínas, carbohidratos y lípidos que además de sus funciones fisiológicas poseen un gran valor calórico (12,16,18,24).

Dentro de los macronutrientes, los lípidos son un grupo de biomoléculas estructuralmente muy heterogéneas, pero con características comunes de solubilidad. Son generalmente solubles en éter, cloroformo, hexano, alcohol, etc. Pero escasamente solubles en agua. Entre los lípidos tenemos a los aceites y grasas que son mezclas complejas, que se diferencian sólo por sus propiedades físicas. La estructura de los lípidos se caracteriza por una relativa falta de oxígeno, estando compuesto casi exclusivamente de carbono e hidrógeno, lo que les da el carácter hidrofóbico (4,11,20,23,25).

Entre las fuentes más importantes para la producción de aceites y grasas alimentarias disponibles en el comercio, se incluyen semillas oleaginosas como girasol, algodón, soya, maíz, etc. El aceite comestible se define como un producto que no solidifica en el intervalo de 4° a 10°C, sino deben permanecer líquidos y transparentes, las cuales deben ser declaradas como tales por las autoridades sanitarias competentes (5,13,18,26).

Los aceites soportan frecuentemente temperaturas más altas que otros componentes de los alimentos y por lo tanto son útiles para frituras, sirven también como medio de transferencia de calor y como agente que evitan que el alimento se pegue en la superficie del recipiente (6,18,20,27).

Los lípidos expuestos a la acción de factores ambientales como luz, oxígeno, humedad, etc. y al calentamiento durante un período prolongado a elevadas temperaturas desarrollan con frecuencia un olor y sabor desagradable, todos ellos debido a un proceso de enranciamiento (7,8,10,12,18,21).

La rancidez puede ser hidrolítica u oxidativa; en la rancidez hidrolítica el agua es esencial y participa en la hidrólisis de los triglicéridos liberando ácidos grasos y glicerol, o también por acción de la enzima lipasa que puede estar presente en el alimento o ser producida por mohos o bacterias. La rancidez oxidativa es lo más importante en el deterioro de este tipo de macronutrientes produciendo olores nauseabundos y sabor a sebo(1,5,7,11,14)

Los triglicéridos de los aceites también se hidrolizan cuando son calentados a altas temperaturas, el glicerol que produce, se deshidrata y forma acroleína, que es un compuesto que irrita el tracto gastrointestinal, y puede ser el causante de trastornos estomacales producidos por el consumo de alimentos fritos con aceites sobrecalentados(7,12,19).

La oxidación de los aceites por sobrecalentamiento da lugar a la formación de peróxidos, por un mecanismo de radicales libres, los cuales son compuestos

muy activos y responsables de la autooxidación de los lípidos. Este mecanismo comprende cuatro fases: Iniciación, Propagación, Descomposición y Terminación; de formación de no radicales. Los productos finales de la rancidez oxidativa son aldehídos, metilcetonas, alcoholes, ácidos carboxílicos de cadena corta, polímeros, etc. los cuales son los responsables de los olores y sabores característicos de los aceites rancios (3,5,8,11,14).

Cuando un 20% de una dieta administrada a animales de experimentación (ratas), está formada por lípidos sobrecalentados, mueren el 95% al cabo de 8 semanas mientras que una proporción del 5% en la dieta no causa la muerte a ningún animal. Se supone que los lípidos sobrecalentados aumentan la necesidad de vitamina E y de ácidos grasos insaturados (10,19).

La rancidez oxidativa se ve afectada por la temperatura, la luz, el oxígeno, humedad y radiaciones que aumentan la velocidad de reacción; también existen catalizadores como los metales, hierro, cobre, magnesio, que aumentan la reacción de oxidación de los ácidos grasos insaturados(4,15,16).

El sobre calentamiento de los aceites aceleran las reacciones de pardeamiento, disminuye el valor nutritivo, provoca la pérdida de antioxidantes naturales y causan efectos tóxicos (5,10,19).

En el enranciamiento de los aceites se forman diversos productos, resultando de la oxidación como ruptura de las cadenas, polimerización y ciclación originando en los animales retardo del crecimiento, hipertrofias de órganos, efectos cancerígenos. Además de su descomposición, los peróxidos

actúan sobre algunas proteínas, generando sustancias que son dañinas para la salud (1,2,4,7,10,19).

La fuente de metales pesados en los alimentos puede ser la contaminación o componentes naturales de los alimentos. En lo que se refiere a la catálisis de la oxidación de los lípidos, el principal componente natural alimenticio que contiene metales es el grupo de las metalo porfirinas (compuestos hemáticos), tales como hemoglobina, bioglobinas(8)

La catálisis por hematina es de especial importancia en la carne. No se conoce el mecanismo exacto de la catálisis por hematina. La acción de las hematinas como catalizadores de la oxidación de los lípidos podría deberse a la oxidación-reducción del átomo en la molécula del hem. Tappel sugiere la formación de un complejo peróxido-hematina. La composición del complejo genera radicales libres que hacen que la cadena se propague. La oxidación de los lípidos catalizadores por hematina "in vitro" puede provocar condiciones patogénicas. En los organismos que funcionan normalmente esto se ve contrarrestando por la vitamina E (8,9).

Los aceites y las grasas se encuentran entre los 10 principales alimentos que consumen la población peruana, por lo tanto es necesario comprender las alteraciones que ellas sufren el sobrecalentamiento acelera el enranciamiento de los aceites provocando un incremento en la acidez, e índice de oxidabilidad, materia de estudio de este trabajo de investigación (1,4,5,14,22).

Por falta de control en la conservación y uso de los aceites en los restaurantes y la falta de conocimiento en nuestros hogares, del daño que originan los aceites oxidados, me oriento a investigar el estado de alteración de estos productos, por efecto del medio ambiente y sometidos al calor por sobrecalentamiento en frituras de proteínas.

PROBLEMA:

¿Cuál es el estado de oxidación del aceite de girasol expuesto al medio ambiente y sometido al calor en frituras de proteínas (Carne fresca)?

HIPÓTESIS:

Los aceites sometidos a sobrecalentamiento en frituras de proteínas, son más oxidados que los dejados al medio ambiente.

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. MATERIAL

2.1.1. Material Biológico:

- 6 litros de aceite de Girasol adquiridos en la ciudad de Trujillo, bajo las mismas condiciones (mismo número lote de producción).
- Carne fresca (res) 9.5 kg

2.1.2. Material y Equipos:

- Cocina eléctrica
- Equipo de destilación por arrastre de vapor.
- Hervidor eléctrico.
- Matraz de 500mL
- Pipetas de 5mL
- Pipetas de 10mL
- Pizeta
- Refrigerante de reflujo
- Vaso de precipitación de 150 ml
- Vaso de precipitación de 250 ml

2.1.3. Reactivos y soluciones

- KOH solución al 0.1N

- H₂SO₄ solución al 20%
- KMnO₄ solución 0.01N
- Ácido Oxálico solución 0.01N

2.2. MÉTODO

2.2.1. Caracteres Organolépticos

La muestra debe tener un color amarillo pálido, un olor característico, sabor suigenéresis agradable y una consistencia viscosa.

2.2.2. Tratamiento de la muestra y sistema de Muestreo

Muestra dejada a la influencia de factores ambientales.

- Se colocó el contenido de 3 litros de aceite en un recipiente abierto, bajo la influencia de los factores ambientales, y se tomó muestras de aproximadamente 100mL, cada doce horas (mañana y noche), luego fueron llevadas al laboratorio para el análisis respectivo. Se continuó con la metodología hasta terminar el material (aceite).

Muestra sometida a sobrecalentamiento y frituras de proteínas.

- En otro recipiente se colocó los otros 3 litros de aceite, se tomó una muestra para el análisis respectivo. Luego se procedió a freír filetes de carne, cada doce horas, terminada cada fritura se dejó enfriar y se tomó una muestra de

aproximadamente 100mL, se llevó al laboratorio para su análisis respectivo; se continuó con la metodología hasta terminar el material (aceite).

2.2.3. Acidez (28)

Definición: Se le define como el porcentaje de ácido oleico, contenidos en 100g de materia grasa.

Procedimiento:

En un matraz de capacidad adecuada se pesó entre 1 a 2 gramos de aceite, se agregó 60 mL de hexano-alcohol, más III gotas de fenolftaleína, se agitó y se valor con solución de KON 0.1N hasta obtener una coloración ligeramente rosada.

Se anotó los mililitros gastados y se efectuó los cálculos. Por separado se hizo un ensayo en blanco.

1ml KOH 0.100 ----- 0.02824g Ac. Oleico

2.2.4. Índice de Oxidabilidad (28)

Definición: Es el número de miligramos de oxígeno necesarios para oxidar los productos orgánicos aldehídicos y cetónicos, destilados por el vapor de agua y contenidos en 100 gramos de materia grasa.

Procedimiento:

En un vaso pequeño tarado se pesó entre 20 a 25 grs, de la muestra tal cual y se pasó el contenido a un balón de 500ml de fondo redondo y cuello largo que contenga 100mL de agua destilada. Se volvió a pesar el vaso y por diferencia se obtuvo la cantidad de muestra empleada.

El balón que contiene la muestra se adaptó a un balón generador de vapor de agua y a un refrigerante.

Se destiló haciendo pasar una corriente de vapor de agua a su vez que se calienta en baño hirviente el balón que contiene la muestra problema. Es necesario destilar unos 100mL.

En un matraz de capacidad adecuada se colocó 10mL de destilado, 50mL de agua destilada, 10mL de H_2SO_4 al 20% y 50mL de $KMnO_4$. 0.01N recién preparado a partir de una solución 0.1N se llevó a baño de agua hirviente con refrigerante reflujo durante 5 minutos, se dejó enfriar a $30^{\circ}C$ y se agregó 50mL de ácido oxálico 0.01N, el líquido quedará completamente decolorado. Luego se tituló el exceso de ácido oxálico con $KMnO_4$ 0.01N hasta una coloración ligeramente rosada y anotar el número de mls. gastados.

Paralelamente se hizo un blanco; para lo cual en otro matraz de capacidad conveniente, se colocó en lugar del destilado 10mL de agua destilada y se siguió exactamente la técnica y se anotó el número de mL de gastados.

III. RESULTADOS

Los resultados del trabajo de investigación se presentan en el Cuadro 01 y Cuadro 02.

BIBLIOTECA DE FARMACIA Y BIOQUIMICA

Cuadro 1: Valores de Índice de Oxidabilidad y Acidez en muestras de aceite de girasol, sometidas a sobrecalentamiento en frituras de proteínas(Carne fresca)

Muestreo		Índice de oxidabilidad	% Acidez
1º día	Mañana	1,2	0,29
	Tarde	1,9	0,29
2º día	Mañana	2,4	0,14
	Tarde	2,2	0,24
3º día	Mañana	2,0	0,17
	Tarde	2,7	0,18
4º día	Mañana	3,6	0,17
	Tarde	5,8	0,23
5º día	Mañana	6,7	0,17
	Tarde	6,9	0,21
6º día	Mañana	7,2	0,24
	Tarde	8,6	0,23
7º día	Mañana	10,4	0,30
	Tarde	12,5	0,21
8º día	Mañana	13,7	0,22
	Tarde	14,4	0,36
9º día	Mañana	14,9	0,27
	Tarde	16,1	0,47
10º día	Mañana	15,1	0,42
	Tarde	15,2	0,47
11º día	Mañana	11,8	0,38
	Tarde	15,0	0,40
12º día	Mañana	13,5	0,40
	Tarde	11,8	0,40
13º día	Mañana	12,5	0,36
	Tarde	11,0	0,45
14º día	Mañana	11,6	0,46
	Tarde	12,0	0,50
15º día	Mañana	13,1	0,46
	Tarde	15,6	0,49
16º día	Mañana	13,8	0,53
	Tarde	13,9	0,47
17º día	Mañana	14,1	0,48
	Tarde	13,9	0,51
18º día	Mañana	13,6	0,54
	Tarde	9,8	0,60
19º día	Mañana	12,2	0,56

Cuadro 2: Valores de Índice de oxidabilidad y acidez, en muestras de aceite de girasol expuestas a factores ambientales.

Muestreo		Índice de oxidabilidad	% Acidez
1° día	Mañana	1,9	0,21
	Tarde	1,1	0,20
2° día	Mañana	1,3	0,21
	Tarde	1,5	0,20
3° día	Mañana	3,7	0,20
	Tarde	1,6	0,14
4° día	Mañana	1,7	0,20
	Tarde	1,9	0,20
5° día	Mañana	1,2	0,20
	Tarde	4,9	0,13
6° día	Mañana	4,1	0,20
	Tarde	5,5	0,07
7° día	Mañana	9,2	0,11
	Tarde	5,9	0,07
8° día	Mañana	6,0	0,13
	Tarde	7,2	0,14
9° día	Mañana	7,4	0,12
	Tarde	7,5	0,06
10° día	Mañana	7,7	0,12
	Tarde	6,8	0,08
11° día	Mañana	6,9	0,10
	Tarde	7,5	0,13
12° día	Mañana	6,9	0,14
	Tarde	7,4	0,10
13° día	Mañana	9,6	0,20
	Tarde	9,0	0,13
14° día	Mañana	7,2	0,12
	Tarde	10,0	0,13
15° día	Mañana	10,2	0,20
	Tarde	8,3	0,07
16° día	Mañana	7,2	0,13
	Tarde	8,0	0,11
17° día	Mañana	8,0	0,12
	Tarde	8,1	0,11
18° día	Mañana	7,8	0,12
	Tarde	7,7	0,13
19° día	Mañana	8,0	0,11

IV. DISCUSIÓN

Las grasas y los aceites pueden sufrir diferentes transformaciones que además de reducir el valor nutritivo del alimento producen compuestos volátiles que imparten olores y sabores desagradables; esto se debe a que el enlace éster de los triglicéridos es susceptible a la hidrólisis química y enzimática, y a que los ácidos grasos insaturados son sensibles a reacciones de oxidación.

El grado de deterioro depende del tipo de grasa o de aceite; en términos generales, los que mas fácilmente se afectan son los de origen marino, seguidos por los aceites vegetales y finalmente por las grasas animales.

El término rancidez se usa para describir los diferentes mecanismos a través de los cuales se alteran los lípidos y son la hidrolítica y la oxidativa.(2)

En el caso de los aceites vegetales, los ácidos grasos liberados con más de 14 átomos de carbono, poco volátiles y por lo tanto no se perciben por el olfato; su presencia solo se puede advertir mediante la determinación del porcentaje de acidez. La hidrólisis de los triglicéridos no solo se efectúa por acción enzimática; también lo provocan las altas temperaturas en presencia de agua, como ocurre durante el freído de los alimentos; o también por acción de muchos hongos y levaduras que se encuentran comúnmente como contaminantes.(29)

La autooxidación de los ácidos grasos con dobles ligaduras presentes en los alimentos, es un mecanismo que genera compuestos que a su vez mantienen y aceleran dicha reacción; entre los productos formados se encuentran algunos de peso molecular bajo que le confieren el olor característico a las grasas oxidadas, y otros cuya toxicidad todavía está en estudio. La autooxidación se favorece a medida que se incrementa la concentración de ácidos grasos insaturados. Las altas temperaturas aceleran la autooxidación especialmente por encima de 60°C, de tal manera que la velocidad se duplica por cada 15°C de aumento; se conoce que su mecanismo funciona a través de la producción de radicales libres, que por lo general se lleva a cabo en tres etapas.(11)

En este trabajo de investigación se pretende conocer, cuales son las modificaciones que sufre el aceite de girasol; tanto por procesos hidrolíticos y autooxidativos en frituras de proteínas (carne fresca) y de ésta manera ver hasta que punto pueden ser utilizados en nuestra alimentación, sin poder ocasionar alguna alteración fisiológica o de otro tipo.

En el cuadro 1 se muestran los resultados de índice de oxidabilidad y porcentaje de acidez de aceite de girasol sometidos a sobrecalentamiento en frituras de proteínas desde el primer día de uso hasta el 19avo día de uso, en el cual se puede observar que el porcentaje de acidez se va incrementando en forma general a medida que se le usa en las frituras, en el primer día que se tomó una muestra para el análisis se obtuvo un valor de 0,29% tanto por la

mañana y por la tarde, luego de la fritura, al segundo día este valor disminuyó; esto debido a que habiendo ácidos grasos libres con insaturaciones, son más susceptibles a ser atacados por el oxígeno y convertirlos con ayuda del calor, humedad presentes en las carnes frescas; en compuestos volátiles y de bajo peso molecular; por ese motivo es que en el segundo día al determinar acidez por la mañana se obtiene un valor menor de 0,14%, luego de la fritura en el transcurso del día el aceite está sometido a la acción de algunos hongos o levaduras, y también el agua que hidroliza los triglicéridos y liberan ácidos grasos de tal manera que la acidez se incrementa y por la tarde a pesar de la fritura se obtiene luego de ello una acidez de 0,24%. Pero como los procesos de hidrólisis y oxidación continúan, es por eso que en muchos casos al determinar el porcentaje de acidez se obtuvieron valores disminuidos al porcentaje anterior. Este comportamiento de los triglicéridos se da porque, los aceites en su mayoría están constituidos por glicerol y ácidos grasos poliinsaturados, los que al hidrolizarse, se liberan y luego son oxidados a compuestos volátiles. Este comportamiento ocurre con menor frecuencia en las grasas animales o en los aceites hidrogenados, en los cuales las insaturaciones en los ácidos grasos es menor, y por lo tanto si determinamos en un inicio el porcentaje de acidez, encontraremos un valor determinado, que a la vez en las siguientes determinaciones este valor se puede mantener o incrementar por acción de las lipasas provenientes de los hongos o levaduras las cuales su presencia se debe a contaminación del aceite o en su defecto por acción del agua.

En el mismo cuadro se puede observar que el aceite sometido a frituras y ayuda por la presencia de agua hace que el porcentaje de acidez se incremente en forma paulatina a partir del octavo día obteniéndose un valor de 0,36%; valor que está por encima del que estipula la reglamentación bromatológica que dice que en un aceite como máximo se acepta un porcentaje de acidez de 0,35% expresado en ácido oléico, a partir del noveno día algunos valores disminuidos se debe a razones explicadas ya anteriormente; de tal modo que en el 18avo día se obtuvo un valor máximo de 0,60% por la tarde y en el 19avo día un valor de 0,56% por la mañana.

En el mismo cuadro también se puede observar que los valores del índice de oxidabilidad es de 1,2 y 1,9 en el primer día antes que el aceite sea sometido al sobrecalentamiento en frituras de proteínas, a partir del segundo día los valores se van incrementando, llegando un valor de 10,4 y 12,5 en el sétimo día, lo que nos indicaría que este aceite solo es aceptable su uso hasta el sexto día en este tipo de tratamiento es decir con un uso de fritura por la mañana y por la tarde ya que de allí para los siguientes días se convierte en un producto dañino para la salud, ya que los valores del índice de oxidabilidad se incrementan notoriamente llegando a un valor máximo de 16,1 en el 9no día por la tarde.

Aquí en este cuadro también se observa que después de obtener valores altos, en el siguiente se obtiene un valor menor, esto se debe a que antes de tomar la muestra es sometido al proceso de calentamiento, y aquí hay

pérdida de los compuestos que son cuantificados al determinar dicho índice. Estos compuestos se pierden por ser de naturaleza volátil como aldehídos, cetonas, alcoholes; es por eso que se obtienen valores en algunos casos altos y el siguiente es menor. Lo que teóricamente debería ir incrementando.

Observando los valores desde el primer día hasta el último día de tratamiento se ve en forma general que primero el índice de oxidabilidad va incrementando y luego empieza a disminuir, eso se debe a que el aceite en su inicio en la composición de sus triglicéridos están los ácidos grasos poliinsaturados que son atacados por el oxígeno y se van formando los compuestos productos de la oxidación y a medida que continua el proceso autooxidativo los dobles enlaces van disminuyendo, esto explica el comportamiento del porque primero se incrementa los valores y luego disminuyen.

En el cuadro 2 se representan los valores de oxidabilidad y acidez de aceite de girasol expuesto a factores ambientales en los dos se puede observar el mismo comportamiento en la obtención de los valores, primero con un incremento en el índice de oxidabilidad y luego una disminución.

El valor que sobrepasa el máximo permitivo se obtiene en el 14 y 15avo día en valores de 10,0 y 10,2. Esto confirma que el aceite expuesto solamente a factores ambientales es más estable, que el que se somete a sobrecalentamiento. En la determinación del porcentaje de acidez también se

obtienen valores diferentes de un día para otro y también dentro del mismo día de la determinación, esto debido a las causas explicadas anteriormente.

En forma general se puede afirmar que los aceites sometidos a proceso de sobrecalentamiento en frituras de proteínas (carne fresca) son más oxidados y liberan más ácidos grasos de sus triglicéridos, que los aceites expuestos solamente a factores ambientales.

BIBLIOTECA DE FARMACIA Y BIOQUIMICA

V. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación se denominó “Estudio Comparativo del Estado de Oxidación de aceite de girasol expuesto al medio ambiente y sometido al calor en frituras de proteínas (carne fresca)” para lo cual se planteó la siguiente interrogante ¿Cuál es el estado de oxidación del aceite de girasol expuesto al medio ambiente y sometido al calor en frituras de proteínas (carne fresca)? Para el estudio se utilizó 6 litros de aceite de girasol marca Ideal y 9.5 kg. de carne fresca. La mitad del aceite fue sometido al proceso de sobrecalentamiento en la fritura de las proteínas (carne fresca) y la otra mitad a factores ambientales.

Del análisis de los resultados se puede llegar a la siguiente conclusión:

- Los aceites (girasol) sometidos al proceso de sobrecalentamiento son más oxidados que los sometidos solamente a factores ambientales; llegando a no ser aptos para su uso en la alimentación en el séptimo día, en este tipo de tratamiento de fritura en la mañana y en la tarde.

RECOMENDACIONES

Para un mejor estudio de cómo los aceites se deterioran en el proceso de frituras se recomienda, tomar una muestra antes y después de ser sometido al proceso de sobrecalentamiento.

BIBLIOTECA DE FARMACIA Y BIOQUIMICA

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALAIS, C. 1990. "Bioquímica de los Alimentos". ed. 2da. Ed. Masson S.A. Barcelona (España).
2. BADUI S. 1999. "Química de los Alimentos". ed. 3^{era}. Ed. Wesley Lagman. México (México).
3. BELLO, J. 2000. "Ciencia Bromatológica". ed. 1^{era}. Ed. Díaz de Santos, S.A. Madrid (España).
4. BERK, Z. 1980. "Bioquímica de los alimentos de JBS Brawerman" ed. 2^{da}. Ed. El Manual Moderno S.A. México (México).
5. BERNARDINI E. 1981. "Tecnología de aceites y grasas". ed. 2^{da}. Ed. Alambra Mexicana S.A. España.
6. BIRCH G; CAMERON, A. 1984. "Ciencia de los Alimentos". ed. 2^{da}. Ed. Hemisferio Sur, Argentina.
7. BLOOMFIELD, M. 1984. "Conservación de los Alimentos". ed. 2^{da}. Ed. Acribia S.A. Zaragoza (España).
8. BRAVERMAN, J. 1993. "Introducción a la Bioquímica de los Alimentos". ed. 2^{da}. Ed. El Manual Moderno S.A. México (México).
9. BRESLOW, R. 1967. "Mecanismos de reacciones orgánicas". Ed. 1^{ra}. Ed. Reverte S.A. México (México).

10. CLAUDE-CHEFTEL C. 1992. "Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos". ed. 2^{da}. Ed. Acribia S.A. Zaragoza (España).
11. COULCATE, T. 1998. "Manual de Química y Bioquímica de los Alimentos". ed. 2^{da}. Ed. Acribia S.A. Zaragoza (España).
12. DESROSIER, W. 1993. "Conservación de Alimentos". ed. 2da. Ed. Continental S.A. de C.V. México (México).
13. DESROSIER, W. 1982. "Elementos de Tecnología de Alimentos". ed.1^a Ed. Reverte S.A. Madrid (España).
14. FENNEMA, R. 1982. "Introducción a la Ciencia de los Alimentos". ed. 1^a Ed. Reverte S.A. Madrid (España).
15. FESSENDEN R. 1983. "Química Orgánica" ed. 2^{da}. Ed. Iberoamericana. México (México).
16. GENNARO, R. 1998. "Farmacia Práctica de Remington". Tomo II, ed. 19ava. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires (Argentina).
17. HART, F. 1984. "Análisis Moderno de los Alimentos". ed. 3^{ra}. Ed. Acribia S.A. Zaragoza (España).
18. KIRK, L. OTHMER. 1998. "Enciclopedia de la Tecnología Química". ed. 2da. Ed. Limusa México (México).
19. LINDNER, e. 1984. "Toxicología de los Alimentos". ed. 1^{ra}. Ed. Acribia. Zaragoza (España).

20. MACARULA, M; GOÑI, M. 1993. "Biomoléculas". ed. 2da. Ed. Reverte. Barcelona (España).
21. MAHAN, L. 1996. "Nutrientes y Dietoterapia de Krause". ed. 9^{na}. Ed. McGraw-Hill Interamericana México (México).
22. MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL. 1963. "Código Sanitario de Alimentos". Lima (Perú).
23. MONTGOMERY, CONWAY, T.; SPECTOR, A. 1998. "Bioquímica, Casos y Texto". ed. 3^{ra}. Ed. Harcourt Brace de España. (España).
24. MONTES, L. 1981. "Bromatología". Tomo I ed. 2^a Ed. Universitaria de Buenos Aires. Buenos Aires (Argentina).
25. MORENO, R. 2000. "Nutrición y Dietética para Tecnólogos de Alimentos" ed. 1^{ra}. Ed. Díaz de Santos S.A. Madrid (España).
26. MUÑOZ A. 1990. "Alimentación y Nutrición". ed. 2^{da}. Ed. Ediagraria. Universidad Agraria La Molina. Lima(Perú).
27. ROSKOSKI J. 1997. "Bioquímica". Ed. 3^{ra}. Ed. McGraw-Hill Interamericana. México (México).
28. SILVA, J. 2003. "Bromatología Analítica". UNT. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Departamento de Bioquímica. Trujillo(Perú).
29. SKLAN, D. 1983. "Lipolysis in turkey muscle: Association of lipid hidrolare activities with zinc and copper metalloproteins in a high-molecular weight lipid-protein agregate", J. Food S .8:15.