

INCIDENCIA EN LA CANTIDAD DE GRASA EN LA PAPA (*solanum tuberosum*) A LA FRANCESA FREIDA EN PROFUNDIDAD POR EL USO DE ACEITE DE MEZCLAS VEGETALES REUTILIZADO.

JOHANNA LOSADA ROMERO

TRABAJO DE GRADO

presentado como requisito parcial para optar al título de

NUTRICIONISTA DIETISTA

MARTHA LUCIA BORRERO YOSIDA. Director
Nutricionista Dietista MSc.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA

Bogotá, D. C.(Noviembre 2011)

NOTA DE ADVERTENCIA

Artículo 23 de la Resolución N° 13 de Julio de 1946

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velará por que no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y por que las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.

INCIDENCIA EN LA CANTIDAD DE GRASA EN LA PAPA (*solanum tuberosum*) A LA FRANCESA FREIDA EN PROFUNDIDAD POR EL USO DE ACEITE DE MEZCLAS VEGETALES REUTILIZADO.

JOHANNA LOSADA ROMERO

APROBADO

Ingrid Schuler, Ph.D
Decano Académico

Yadira Cortes
Nutricionista dietista MSc.
Director de Carrera de Nutrición y dietética

INCIDENCIA EN LA CANTIDAD DE GRASA EN LA PAPA (*solanum tuberosum*) A LA FRANCESA FREIDA EN PROFUNDIDAD POR EL USO DE ACEITE DE MEZCLAS VEGETALES REUTILIZADO.

Resumen:

Objetivo: evaluar la incidencia de la cantidad de lípidos en la papa (*solanum tuberosum*) a la francesa freída en profundidad por el uso de mezcla de aceites vegetales reutilizado. **Materiales y métodos:** estudio realizado en tres fases, la primera comprende búsqueda, descripción y caracterización del proceso de fritura, características de los aceites de mezclas vegetales reutilizados, y la segunda y tercera son de tipo experimentales con el fin de definir el porcentaje de absorción de lípidos en la papa. **Resultados:** se observó un promedio de 12,10% de absorción de grasa en papa tipo francesa en las doce frituras sucesivas, así mismo un aumento significativamente estadístico a partir de la decima fritura. **Conclusión:** de acuerdo a los resultados obtenido se puede deducir que es optimo reutilizar el aceite hasta la novena fritura con el fin de mantener el porcentaje de grasa en parámetros de normalidad.

Abstract:

Objective: evaluate the incidence of the lipids quantity in the french fries potatoes (*solanum tuberosum*), fried in deep because of the used of the reused vegetables oils. **Materials and method:** the study had carried out in three phases; the first one understand as search, description, and the frying characteristic process, feature of the reused vegetables oils. The second and third one names as the experimental types with the purpose of define the absorption percentage of the lipids in the potatoes. **Results:** was observed an average of 12, 10% fat absorption in the French potatoes on the twelve consecutive frying, furthermore a significant statistical increase from the tenth frying. **Conclusion:** according to the results could be deduced that is optimum to reuse the oil until the ninth frying with the purpose of keeping the fat percentage in normal parameters.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	7
2. MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN LITERARIA	8
a. Papa	8
2.1.1 Aporte nutricional de papa común sin cascara	8
2.1.2 Cultivo de papa en Colombia	8
2.1.3 Consumo	8
2.2 Química de la fritura	9
2.2.1 Concepto de fritura	9
2.2.2 Mecanismo general de la fritura	9
2.2.3. Cambios en la grasa y reacciones durante la fritura	10
2.2.3.1 Formación de color	10
2.2.3.2 Oxidación	10
2.2.3.3 Polimerización	10
2.2.3.4 Hidrólisis	10
2.2.4 Problemas principales en la fritura	10
2.2.4.1 Alimentos fritos que resultan grasos	10
2.2.4.2 Grasas que confieren sabor “desagradable” a los alimentos fritos	11
2.2.4.3 Sustancias generadas en fritura	11
2.2.2.4 Factores que afectan la penetración y la absorción de aceite en el alimento	11
2.2.2.4.1 La geometría del alimento	11
2.2.2.4.2 Gravedad específica del alimento	11
2.2.2.4.3 Tipo de alimento	11

2.2.2.4.4 Temperatura empleada y tiempo de fritura.....	11
2.2.5. Procedimientos de fritura de papas fritas.....	12
2.2.5.1 Selección de las papas fritas.....	12
2.2.5.2 Preparación de las papas fritas.....	12
2.2.5.3. Procedimientos en la fritura por inmersión.....	12
2.3 Grasas y aceites.....	12
2.3.1 Nomenclatura de Ácidos Grasos.....	14
2.3.2 Reacciones químicas de los ácidos grasos.....	14
2.3.2.1 Hidrólisis.....	14
2.3.2.2 Hidrogenación.....	14
2.3.2.3 Oxidación.....	15
2.3.2.4 Polimerización.....	15
2.3.2.5 Esterificación.....	15
2.3.2.6 Halogenacion.....	15
2.3.2.7 Isomerización de ácidos grasos.....	15
2.3.3 Propiedades físicas de las grasas y los aceites.....	16
2.3.3.1 Punto de fusión.....	16
2.3.3.1.1 Factores determinantes en el punto de fusión.....	16
2.3.3.2 Plasticidad.....	16
2.3.3.3 Polimorfismo.....	16
2.3.3.4 Color.....	16
2.3.3.5 Acetosidad.....	16
2.3.3.6 Viscosidad.....	16
2.3.3.7 Emulsificación.....	17
2.3.3.8 Solubilidad.....	17
2.3.3.9 Índice de refacción.....	17

2.3.4 Clasificación según fuentes de grasas y aceites.....	17
2.3.4.1 Grasas de origen animal.....	17
2.3.4.1.1 Grasa Láctea.....	17
2.3.4.1.2 Manteca de cerdo.....	17
2.3.4.1.3 Sebo.....	17
2.3.4.2 Grasas de origen vegetal.....	17
2.3.4.2.1 Canola.....	17
2.3.4.2.2 Coco.....	17
2.3.4.2.3 Maíz.....	18
2.3.4.2.4 Algodón.....	18
2.3.4.2.5 Palma.....	18
2.3.4.2.6 Soja.....	18
2.3.5 Alteración de los aceites comestibles.....	18
2.3.5.1 Rancidez oxidativa.....	18
2.3.5.2 Sabores extraños.....	18
2.3.5.3 Daños enzimáticos.....	18
2.3.5.3 Daño microbiológico.....	18
2.3.5.4 Reversión.....	19
2.3.5.5 Deseccación y polimerización.....	19
3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.....	19
3.1 Formulación del problema.....	19
3.2 Justificación de la información.....	19
4. OBJETIVOS.....	20
4.1 Objetivo general.....	20
4.2 Objetivos específicos.....	20
5. HIPÓTESIS.....	20
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21

6.1 Diseño de la investigación.....	21
6.2 Población de estudio y muestra.....	21
6.2.1 Población estudio.....	21
6.2.2 Población muestra.....	21
6.3 Variables de estudio.....	21
6.1.2.1 Variables dependientes.....	21
6.1.2.2 Variables independientes.....	21
6.3 Métodos: fritura profunda y extracción de grasa por solvente.....	21
6.3.1 Proceso de fritura.....	21
6.3.2 Determinación de la cantidad de grasa absorbida.....	22
6.4 Materiales.....	22
6.4.1 Equipos.....	22
6.4.2 Materiales.....	22
6.5 Recolección de la información.....	22
6.5.1 Adquisición de la materia prima.....	22
6.5.2 Estandarización del proceso de fritura.....	23
6.6 Análisis de la información.....	23
7. RESULTADOS.....	23
8. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	26
9. CONCLUSIONES.....	30
10. RECOMENDACIONES.....	31
11. REFERENCIAS.....	31

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de nutrientes en 100 gr de parte comestible en papa (<i>solanum tuberosum</i>).	8
Tabla 2: Nomenclatura de ácidos grasos	14
Tabla 3. Condiciones de fritura que se emplearon	21
Tabla 4. Porcentaje de rendimiento de papa común sometida a fritura profunda	24
Tabla 5. Características organolépticas de la papa tipo francesa en las doce frituras consecutivas	24
Tabla 6. Datos estadísticos del porcentaje de absorción de grasa en las doce frituras consecutivas	25
Tabla 7. Relación entre las doce frituras consecutivas. Prueba de Bonferroni	26
Tabla 8. Relación entre datos bibliográficos y promedio de porcentaje de absorción de grasa en estudio	26

INDICE DE FIGURAS Y GRAFICOS

Figura 1: Formación de un triglicérido.....	13
Figura 2: Representación grafica de ácidos grasos saturados e insaturados (Cis y Trans).....	16
Grafico 1. Marcas de aceite de mezclas de aceites vegetales.....	23
Grafico 2. Ingredientes de aceites de mezclas vegetales.....	24
Grafico 3. Comportamiento del porcentaje de absorción de grasa relacionado con el promedio entre las doce frituras consecutivas.....	25

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Formato de recolección de información del proceso de fritura

ANEXO 2: Estandarización de pasos del proceso de fritura.

ANEXO 3: Proceso de extracción de la grasa.

ANEXO 4: Cantidad de absorción de grasas, porcentaje por triplicado de grasa y promedio por cada fritura de la cantidad de grasa absorbida.

ANEXO 5: Consolidado de la relación entre el porcentaje de grasa y promedio total en papa francesa.

ANEXO 6: Consolidado de las marcas de aceites de mezclas vegetales.

1. INTRODUCCIÓN:

De acuerdo a la investigación realizada, se identifico si el porcentaje de grasa absorbida aumenta significativamente al emplear aceite de mezclas vegetales reutilizado en doce frituras consecutivas de papa común (*solanum tuberosum*) de clasificación sabanera; este proceso de fritura fue realizado en condiciones controladas de laboratorio, es decir se controló la temperatura, tiempo de cocción, variedad de papa, proporción de aceite alimento, y se estandarizaron las medidas de los cortes de la papa a francesa.

Lo anterior se realizo con el fin de vigilar cada una de las variables que podrían afectar la absorción de grasa como se ha observado en otros estudios realizados, de acuerdo a la bibliografía consultada, se encontró que a temperaturas menores de 160°C, el porcentaje de absorción es mayor y en temperaturas superiores a 190°C la calidad del aceite cambia y no se obtiene un proceso de cocción óptimo de la papa. Así mismo el tiempo de preparación va ligado al grado de cocción final. En cuanto a la variedad de papa se empleo sabanera siendo consecuente con la ficha técnica de preparación de la papa a la francesa.

Así mismo la proporción de alimento aceite empleada se aplico según datos bibliográficos de la técnica de fritura de alimentos, finalmente se tuvo en cuenta la medida de cada uno de los lados y longitud de la papa para cumplir con lo establecido según la USDA para la fritura de papa a la francesa.

Estas variables nombradas anteriormente se tomaron en cuenta luego de realizar una revisión bibliográfica sobre las posibles variables que influían en el proceso de absorción de grasa en la papa a la francesa en condiciones de fritura profunda, esto finalmente lleva a controlar cada una de ellas y permite que la evaluación de la cantidad de aceite absorbido no sea afectada por aspectos de cocción y selección de materia prima.

Igualmente con el presente proyecto se pretende formular una propuesta acerca de la evaluación del contenido de lípidos, así como una descripción de la modificación de las características organolépticas en la preparación de la papa francesa en fritura profunda con aceite de mezclas vegetales. Todo lo anterior permitirá brindar información y consolidar conceptos acerca del proceso de fritura de papa a la francesa y consumo óptimo de grasas relacionado con el estado de salud, al gremio profesional encargado de la formulación de dietas, recomendaciones y planes de alimentación que involucren consumo de alimentos fritos.

2. MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN DE LITERATURA:

2.1 Papa: La papa como producto alimenticio presentó una fuerte expansión a nivel mundial, situándose como el cuarto alimento básico en la década de los noventa, después del trigo, el arroz y el maíz. Figura entre los diez alimentos más importantes producidos en los países en desarrollo. Esta expansión se deriva de la gran capacidad de adaptación a los distintos climas y sistemas de cultivo que presenta este tubérculo, lo cual ha permitido el aumento en su producción y consumo, especialmente en los países más poblados. (Agrocadenas, 2005)

2.1.1 Aporte nutricional de papa común sin cascara:

Nutriente	Valor
Humedad	75.40 g
Energía	95 Kcal
Proteínas	1.90 g
Lípidos	0.10 g
Carbohidratos	21.60 g
Cenizas	1.00 g
Calcio	4.00 mg
Fosforo	26.00 g
Hierro	1.10 mg
Niacina	0.90
Riboflavina	0.08
Tiamina	0.08
Vitamina C	16.00

Tabla 1. Contenido de nutrientes en 100 gr de parte comestible en papa (*solanum tuberosum*). Tabla de composición de alimentos Colombianos. ICBF 2005.

2.1.2 Cultivo de papa en Colombia: Según lo reportado por Agrocadenas, El cultivo de la papa en Colombia ocupó el cuarto lugar en la producción agropecuaria nacional en el 2003, con 2,9 millones de Tm., fue el noveno cultivo en extensión con 165.294 Ha.2 y el sexto en valor de la producción. (Agrocadenas, 2005)

En Colombia la producción comercial se realiza entre los 2.000 y 3.000 m.s.n.m, las zonas de producción óptima en función de la calidad y cantidad del producto pertenecen a fincas localizadas entre los 2.500 y los 3.000 m.s.n.m. (Agrocadenas, 2005)

Tradicionalmente la producción se distribuye en 14 departamentos, pero los dos principales concentraron en el 2003 el 67% de la misma y el 67% de la superficie cultivada. Los cuatro mayores productores son: Cundinamarca (45%), Boyacá (22%), Nariño (13%) y Antioquia (8%). (Agrocadenas, 2005)

2.1.3 Consumo: La papa en su estado fresco es un producto que es consumido básicamente por sectores de la población de niveles de ingreso medio e inferior, que destinan cerca del 3% de su gasto en alimentos, a la compra de este tubérculo. (Agrocadenas, 2005)

El consumo aparente de papa en Colombia pasó de 2,34 millones de Tm. en 1991 a 2,84 millones en el 2002, es decir, que creció durante la década a una tasa

anual de 1,3%, tasa ligeramente superior a la presentada por la producción, 1,2%. (Agrocadenas,2005)

2.2 Química de la fritura:

2.2.1 Concepto de fritura: la fritura por inmersión se conoce como un método bastante empleado en las industrias de procesamientos de alimentos, las cocinas de hostelería y restauración así como en el hogar, debido a que es rápido, practico y además los alimentos fritos son apetecibles al consumidor por su sabor y textura. (Lawson, 1999)

La fritura es conocida como una técnica de cocción que comprende la inmersión de los alimentos en el aceite con una temperatura promedio entre 150 y 200°C. En la fritura se llevan a cabo dos procesos de transferencia de calor: conducción y convección. La conducción inestable se realiza en el alimento sólido y depende de las propiedades físicas y la magnitud del material. Inicialmente el material alcanza temperaturas superiores al punto de ebullición del agua debido a la presencia de solutos. Cuando inicia el burbujeo del aceite, aumenta la temperatura del alimento hasta acercarse a la temperatura del medio. La convección ocurre entre el aceite y la superficie del alimento; Continuamente hay producción de burbujas, lo cual, al provocar turbulencia en el medio, favorece la transferencia de calor; sin embargo, la espuma formada disminuye la velocidad de transferencia de calor. Hay dos mecanismos que ocurren durante el freído: evaporación continua del agua, donde domina la transferencia de calor; y evaporación decreciente, donde domina la difusión de agua del interior del alimento hacia la superficie (Vélez y Hernández, 1999).

2.2.2. Mecanismo general de la fritura: La primera fase del proceso de freído involucra la transferencia de humedad. En el momento en que ocurre la inmersión del alimento en el aceite, el flujo de calor ocurre del medio de freído a la superficie del alimento. Debido a la transferencia de calor el agua de la superficie se evapora y escapa al medio de freído, y el agua del interior del alimento migra hacia la superficie.

En la segunda fase ocurre la transferencia de aceite. El agua que sale a la superficie deja poros y capilares vacíos que son ocupados después por el aceite. La velocidad de entrada del aceite en el alimento depende de la viscosidad y de la tensión superficial del aceite. En la parte externa se forma la costra de color ligeramente oscuro, como resultado de la reacción de Maillard, que es una de las características de palatabilidad más importantes, es en esta fase en la que el alimento absorbe de un 4% a un 30% del aceite de cocción, la cual va a variar según: el tiempo de cocinado del alimento, el área superficial del mismo, el contenido final de humedad del producto y la naturaleza del alimento. (Paul y Mittal, 1997) , (Lawson, 1999).

Según Suaterna para el 2008, en el proceso de fritura profunda debe emplearse una relación estricta, por cada gramo de alimento se debe emplear de 6-10 ml de aceite es decir, mantener una relacione 1-6 o 1-10. (Suaterna, 2008)

Moyano y Pedreschi, investigaron la influencia de la temperatura en la absorción de grasa de papas a la francesa fritas reportando que a menor temperatura de fritura mayor contenido de grasa, cuando se comparo la fritura a 120°C, 150°C y 180°C. (Suaterna, 2008)

2.2.3. Cambios en la grasa y reacciones durante la fritura:

2.2.3.1 Formación de color: dado que los alimentos en el proceso de fritura, aportan sustancias que luego van a ser acumuladas en el aceite de cocción, estos reaccionan y hacen que el aceite tome una tonalidad oscura. La sustancia que más efecto de oscurecimiento tiene son las proteínas. (Lawson, 1999)

2.2.3.2 Oxidación: ocurre cuando el oxígeno del aire reacciona con la grasa de la freidora, los factores que afectan la oxidación son temperatura, la velocidad del reemplazo de la grasa, la cantidad del área superficial del aceite que se encuentra expuesta al oxígeno, la presencia de metales como cobre o latón (pro oxidantes) y la calidad de la grasa de fritura. (Lawson, 1999)

2.2.3.3 Polimerización: los aceites y las grasas sufren calentamiento en el proceso de fritura en profundidad, se forman varios productos de descomposición, que generan moléculas o polímeros, que pueden resultar pegajosos; así mismo tiene como resultado la formación de espuma debido a la diferencia de pesos moleculares en el aceite. (Lawson, 1999)

2.2.3.4 Hidrolisis: se conoce como la reacción entre el agua del alimento y la grasa de la fritura, que da como resultado ácidos grasos libres. Esta reacción depende de la cantidad de agua liberada en el aceite, la temperatura del aceite de fritura, el número de ciclos de calentamiento/enfriamiento. (Lawson, 1999)

2.2.4 Problemas principales en la fritura:

2.2.4.1 Alimentos fritos que resultan grasos: se caracteriza por que se observa en el alimento el goteo de la grasa y se encuentran empapados de grasa. Esto puede estar relacionado con la fritura a temperatura demasiado baja, sobrecarga de la freidora con alimentos, formación de espuma en el aceite, preparación inadecuada del alimento, mantenimiento del alimentos en fritura tras se cocinado, escurrido incorrecto del alimento después de frito y recuperación lenta de la temperatura. (Lawson, 1999)

Para evitar estos inconvenientes, es necesario asegurarse de:

- Mantener una temperatura alta al comienzo de la temperatura, para que siga sobre los 160°C tras el llenado inicial.
- Observar que el alimento no se este friendo en la espuma sino en el aceite.
- En el momento en que el alimento este frito, debe retirarse del aceite inmediatamente.
- Luego de la fritura, se debe dejar que el exceso de grasa gotee dentro de la freidora durante 15-30 segundos.

- Tener en cuenta la recuperación de la temperatura cuando se va a freír otro alimento para evitar, iniciar el proceso de fritura con una baja temperatura.

2.2.4.2 Grasas que confieren sabor “desagradable” a los alimentos fritos: se produce cuando el alimento adquiere un sabor graso desagradable, debido a que el aceite empleado para cocción es de calidad inferior o está deteriorado por el uso, goteo desde las campanas de extracción al aceite, la filtración inadecuada de las partículas del aceite o de la grasa de fritura, produciendo migajas quemadas que van aumentando, excesiva absorción de grasa y renovación escasa del aceite. (Lawson, 1999)

Según lo anterior, debe emplearse una grasa o aceite de buena calidad, desechar el aceite cuando desarrolle un olor desagradable o forma espuma en exceso, limpiar las campanas y los filtros de las campanas cuando sea necesario, normalmente una vez a la semana, controlar el sabor de los alimentos que se fríen, filtrar con frecuencia; no permitir que se quemen las migajas que van aumentando y confieren sabores malos al alimento, asegurarse de que la temperatura de fritura sea la correcta y de que los cestillos no estén sobrecargados, añadir aceite o grasa nuevos frecuentemente, manteniendo en el recipiente el nivel de fritura indicado por el fabricante ya que un aceite con buena renovación significa alimentos fritos de mejor sabor y una mayor vida útil del aceite para la fritura. (Lawson, 1999)

2.2.4.3 Sustancias generadas en fritura: Hace algunos años se han realizado revisiones e investigaciones sobre la formación de acrilamida y sus efectos en la salud humana así como formas de prevención. En el proceso de fritura, los alimentos con alto porcentaje de hidratos de carbono, se ha detectado que existe una formación de compuestos tóxicos (acrilamida), que se definen como moléculas pequeñas, volátiles y altamente relacionadas con altas probabilidades de la aparición de cáncer en roedores. (Suaterna, 2008)

2.2.2.4 Factores que afectan la penetración y la absorción de aceite en el alimento:

Según Paul y Mittal (1997), los factores más importantes en penetración y absorción de aceite son los siguientes:

2.2.2.4.1 La geometría del alimento: la infiltración del aceite depende principalmente de la relación entre el área y el volumen del alimento. Una papa a la francesa contiene alrededor de 13.5% de aceite, a diferencia de una papa “chip” frita, que contiene hasta 40%, ya que la superficie de esta última es de 10 a 15 veces mayor. Paul y Mittal (1997)

2.2.2.4.2 Gravedad específica del alimento: un aumento en el peso del alimento significa un aumento en el contenido de humedad, llevando así a una mayor cantidad de vapor que reduce el tiempo de contacto entre el aceite y el alimento. Lo anterior da como resultado una mayor absorción de aceite por parte del alimento. Paul y Mittal (1997)

2.2.2.4.3 Tipo de alimento: influye en la proporción de aceite absorbido, ya que

las características de textura, porosidad y orientación de espacios capilares, entre otros, son diferentes en cada alimento. Paul y Mittal (1997)

2.2.2.4.4 Temperatura empleada y tiempo de fritura: la absorción de aceite disminuye con temperaturas mayores a 180-200°C, sin embargo, esta temperatura no es usada comúnmente en freído. La absorción de aceite aumenta con largos periodos de tiempo de freído. Paul y Mittal (1997)

2.2.5. Procedimientos de fritura de papas fritas:

2.2.5.1 Selección de las papas fritas: se deben seleccionar papas con contenido alto en sólidos, de variedad harinosa, ya que proporcionan a la patata frita acabada las mejores calidades comestibles y la apariencia y color más atractivo. (Lawson, 1999)

2.2.5.2 Preparación de las papas fritas: el pelado correcto es importante para retirar todos los rastros de piel, los ojos y defectos de la papa antes del cortado en tiras. Los cortes rectos en la papa a la francesa deben ser simétricos y estos miden de 9.5 a 12.7 mm de ancho por 60 a 140 mm de largo aproximadamente, esto se debe tener en cuenta debido a que cuando se fríen simultáneamente piezas de espesor muy variable, existirá una gran diferencia en la calidad de las papas fritas producidas. (Lawson, 1999)

En la estructura de la papa se aprecian dos zonas: una costra crujiente de 1 a 2 mm de grosor, donde se encuentra la mayor cantidad del aceite, y una miga suave en la parte interior. El contenido de aceite en papas a la Francesa oscila entre 10 y 15%.

El remojo de las tiras de papas en agua fría prevendrá el que las piezas de patata se vuelvan marrones y ayudara a mantener la frescura de las piezas. Después del remojo, debería tenerse cuidado en escurrir o sacudir las papas y retirar la mayor cantidad posible de agua antes de freírse. (Lawson, 1999)

2.2.5.3. Procedimientos en la fritura por inmersión:

- Toda la fritura debería realizarse entre 160° c y 180°c , para permitir la formación del color dorado y disminuir la cantidad de aceite absorbido por el alimento.
- Retirar todo el exceso de humedad antes de comenzar la fritura.
- Mantener la relación de alimento/aceite entre 1:6 - 1:10.
- Eliminar la espuma de los recipientes de manera constante.
- Escurrir entre 10 y 15 segundos el alimento antes de servir.
- No permitir que las papas fritas permanezcan en el aceite luego de haber finalizado el proceso de fritura. (Lawson, 1999)

2.3 Grasas y aceites:

Los aceites y las grasas son uno de los nutrientes con mayor atención e investigación sobre el efecto que ejercen en cuanto a la nutrición humana, debido a que alrededor de estas, se encuentran controversias que enriquecen poco a

poco los conceptos que permitirán en un futuro obtener una idea más clara de estas, ya que se considera que es de vital importancia obtener conocimientos verídicos, puesto que no solo afecta la producción y tecnología de nutrientes y derivados sino el estado nutricional y de salud de la población. (FAO, 1997)

Las grasas que se emplean para consumo humano, contienen tanto lípidos animales como vegetales. La diferencia principal entre un aceite y una grasa está referida a su estado material, los aceites se encuentran de forma líquida y las grasas de forma sólida. (FAO, 1997)

La molécula de grasa contiene un grupo llamado glicerol unido a tres ácidos grasos, la unión está dada debido a que el grupo glicerol posee tres grupos hidroxilos reactivos, así como los ácidos grasos se componen de un grupo carboxilo reactivo, según lo anterior con cada molécula de glicerol pueden involucrarse tres moléculas de ácidos grasos, dando como resultado la eliminación de tres moléculas de agua. (Potter, 1995)

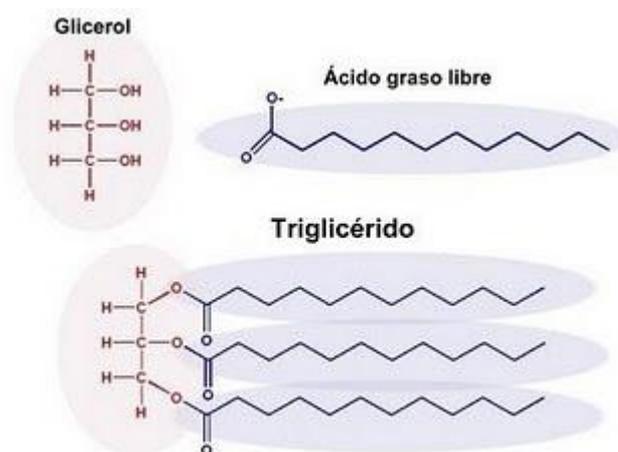


Figura 1: Formación de un triglicérido Tomado de:
<http://trigliceridosygrasasenergeticas.blogspot.com/2010/08/trigliceridos.html>

2.3.1 Nomenclatura de Ácidos Grasos: Los ácidos grasos más abundantes presentan cadenas lineales con un número par de átomos de carbono. Existe un amplio espectro de longitudes de cadena, que varían entre un ácido graso de la leche con cuatro átomos de carbono, y los ácidos grasos de algunos aceites de pescado, con 30 átomos de carbono. Son frecuentes los ácidos grasos con 18 átomos de carbono. Los dobles enlaces situados en la cadena de carbonos o los sustituyentes de la misma se designan químicamente asignando al carbono del grupo carboxilo la posición 1. Así, los dobles enlaces del ácido linoléico le proporcionan el nombre químico sistemático de ácido 9,12-octadecadienoico. Una abreviatura taquigráfica para designar el ácido linoléico sería 18:2 (18 átomos de carbono: dos dobles enlaces). Su último doble enlace se encuentra a seis átomos de carbono del metilo terminal, una característica importante para algunas enzimas. (FAO, 1997)

En el cuadro 1, se mostrara la nomenclatura de los ácidos grasos de acuerdo a su longitud y características químicas (nombre común, nombre sistemático, abreviatura y la familia del ácido graso).

Nombre común	Nombre sistemático	Abreviatura	Familia de
--------------	--------------------	-------------	------------

			ácido graso
cáprico	decanoico	10:0	
láurico	dodecanoico	12:0	
mirístico	tetradecanoico	14:0	
palmítico	hexadecanoico	16:0	
esteárico	octadecanoico	18:0	
araquídico	eicosanoico	20:0	
behénico	docosanoico	22:0	
lignocérico	tetracosanoico	24:0	
palmitoleico	9-hexadecenoico	16:1	n-7
oleico	9-octadecenoico	18:1	n-9
gadoleico	11-eicosaenoico	20:1	n-9
cetoleico	11-docosaenoico	22:1	n-11
erúcico	13-docosaenoico	22:1	n-9
nervónico	15-tetracosanoico	24:1	n-9
linoleico	9,12-octadecadienoico	18:2	n-6
a -linolénico	9,12,15-octadecatrienoico	18:3	n-3
g -linolénico	6,9,12-octadecatrienoico	18:3	n-6
dihomo-g -linolénico	8,11,14-eicosatrienoico	20:3	n-6
	5,8,11-eicosatrienoico	20:3	n-9
araquidónico	5,8,11,14-eicosatetraenoico	20:4	n-6
AEP	5,8,11,14,17-eicosapentaenoico	20:5	n-3
adrénico	7,10,13,16-docosatetraenoico	22:4	n-6
	7,10,13,16,19-docosapentaenoico	22:5	n-3
ADP	4,7,10,13,16-docosapentaenoico	22:5	n-6
ADH	4,7,10,13,16,19-docosahexaenoico	22:6	n-3

Tabla 2: Nomenclatura de ácidos grasos. Tomada de: (FAO, 1997)

2.3.2 Reacciones químicas de los ácidos grasos: Estas reacciones químicas están dadas principalmente en dos puntos específicos de los ácidos grasos como son: los puntos de insaturación de la cadena y el punto donde los ácidos grasos están unidos a la molécula de glicerol. (Lawson, 1999)

2.3.2.1 Hidrólisis: Esta reacción incluye la combinación de agua con algún compuesto en este caso las grasas, consiste en la separación de algunos de los ácidos grasos a partir del aceite o de la grasa, dando como resultado ácidos grasos libres. Esta separación ocurre en la unión entre el ácido graso y la molécula de glicerol. Así mismo se pueden producir monoglicéridos o diglicéridos pero en el proceso de fritura esto no resulta significativo, debido a que se destilaran a partir de la grasa caliente de la fritura. Este proceso químico se puede ver afectado, por altas temperaturas y presiones así como una gran cantidad de agua. (Lawson, 1999)

En la preparación de papas a la francesa, por ejemplo se hace en profundidad y a una temperatura de aproximadamente 176.6°C, así mismo un 80% de su peso corresponde al componente acuoso, estas características anteriores generan producción de ácidos grasos libres a una velocidad elevada, inicialmente esto no tiene efecto significativo en la fritura; sin embargo en cantidades elevadas esto puede llevar a una gran generación de humo y afectación de las características de sabor en el alimento. (Lawson, 1999)

2.3.2.2 Hidrogenación: Esta reacción es característica de los aceites, tiene lugar en los puntos de insaturación o dobles enlaces, consiste en la adherencia del hidrogeno gaseoso en presencia de calor y catalizadores (el más empleado es el níquel) a los puntos de insaturación de los ácidos grasos. Es empleada para generar productos grasos con bajo índice de oxidación, llevando así a un sabor más estable; también se emplea en los ácidos grasos de origen vegetal

con el fin de formar shortenings fluidos y shortenings semisólidos, los cuales son los mas seleccionados para procesos en fritura profunda y horneado, debido a que la hidrogenación eleva el punto de fusión. (Lawson, 1999)

2.3.2.3 Oxidación: Así como en la hidrogenación, afecta los dobles enlaces o puntos de insaturación. Esta dada por la combinación del oxígeno y una grasa o aceite; esta reacción tiene un efecto nocivo en el sabor de la grasa y por ende en la calidad organoléptica del alimento que la contiene. Por ejemplo cuando se emplea la freidora en el momento de la cocción, elementos traza de los alimentos pueden fijarse a una porción de la grasa y causar el oscurecimiento de la misma, llevando así al deterioro del color y apariencia del alimento. (Lawson, 1999)

2.3.2.4 Polimerización: En esta reacción la grasa o el aceite reacciona consigo misma, pues consiste en la combinación de varias moléculas pequeñas de grasa para formar una molécula más grande. Esta tiene lugar en los puntos de insaturación de las cadenas de ácidos grasos o en la unión del ácido graso y la molécula de glicerol. Esta reacción ocurre en procesos de fritura profunda (162.8°C), dadas las condiciones de la fritura puede aumentar o disminuir este proceso (cuando el aceite sin alimento es sometido al calor durante periodos prolongados). La polimerización de los aceites o grasas es evidente, consiste en partículas de carácter gomoso que se adhiere a la superficie del recipiente o el equipo empleado, causando así el incremento de la viscosidad y disminución de la calidad. (Lawson, 1999)

2.3.2.5 Esterificación: Esta reacción es la inversa a la hidrólisis, pues consiste en la formación de triglicéridos a partir de la combinación o recombinación de ácidos grasos libres con el glicerol. (Lawson, 1999)

2.3.2.6 Halogenación: Esta dada por la presencia de halógenos (cloro, bromo y yodo), los cuales se agregan a los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados, lo cual busca determinar el grado de insaturación de una grasa o un aceite. (Lawson, 1999)

2.3.2.7 Isomerización de ácidos grasos: como ya se había nombrado anteriormente, los ácidos grasos pueden estar constituidos por dobles enlaces. Estos pueden ser configuración Cis o Trans, se diferencian según la orientación espacial de los átomos de hidrógeno unidos a estos carbonos. Son ácidos grasos Cis cuando los átomos de hidrógeno se encuentran del mismo lado y son ácidos grasos Trans cuando los átomos de hidrógeno se encuentran de lados diferentes. La diferencia entre estos dos, es lo que se conoce como isomería, que hace referencia a que ácidos grasos con misma fórmula química, puedan tener propiedades físicas y químicas diferentes. Según la Revista Colombiana de Cardiología, los organismos vivos principalmente producen ácidos grasos tipo Cis, pero hace algún tiempo debido a que la industria busca mejorar la aceptabilidad de sus productos por parte del consumidor, han surgido los ácidos grasos Trans por manipulación humana. (FAO, 1997). (Fernando Manzur J., 2009)



Figura 2: Representación grafica de ácidos grasos saturados e insaturados (Cis y Trans). Tomado de: (Fernando Manzur J., 2009)

2.3.3 Propiedades físicas de las grasas y los aceites: es importante el conocimiento de estas propiedades ya que son el referente en cuanto a sus usos y materiales.

2.3.3.1 Punto de fusión: se define como el grado de temperatura a la cual una grasa en estado sólido se convierte en estado líquido (aceite), es decir cuando cada uno de los componentes se han fundido totalmente. En el caso de los shortenings vegetales el punto de fusión es de 49°C. (Lawson, 1999)

2.3.3.1.1 Factores determinantes en el punto de fusión: la longitud representa uno de estos factores, a medida que el ácido graso es de mayor longitud, mayor es su punto de fusión. La ubicación de los ácidos grasos sobre la molécula del glicerol, también juega un papel importante. A mayor cantidad de ácidos grasos insaturados, más bajo es el punto de fusión. (Lawson, 1999)

2.3.3.2 Plasticidad: hace referencia al cuerpo de un aceite o una grasa, es decir si se encuentra firme (sólido) o blando (líquido). Este depende del punto de fusión de uno o varios ácidos grasos que compongan un aceite o una grasa. (Lawson, 1999)

2.3.3.3 Polimorfismo: se define como la capacidad de los cristales de grasa de existir en más de una forma o modificación cristalina. Estas se clasifican así: alfa, beta-prima y beta, en orden de estabilidad creciente. (Lawson, 1999)

2.3.3.4 Color: El color blanco es característico en aceites, pero para los productos como mantequilla, margarina y algunos aceites, se prefiere el color amarillo, esta coloración está dada por la adición intencional del beta caroteno, el cual debe agregarse al final para evitar pérdida prematura del mismo. (Lawson, 1999)

2.3.3.5 Acetosis: se conoce como la calidad para formar películas aceitosas o lubricantes, esta acción es importante ya que en preparación de alimentos principalmente a la plancha se busca conservar este efecto. (Lawson, 1999)

2.3.3.6 Viscosidad: Es la medida de la fricción interna entre moléculas, esta decreciente a medida que incrementan las insaturaciones en un ácido graso y asciende según la hidrogenación. También evalúa la calidad del aceite en el proceso de fritura profunda ya que a mayor polimerización e hidrogenación mayor viscosidad. (Lawson, 1999)

2.3.3.7 Emulsificación: La porción de ácido graso de la molécula actúa como cualquiera otra grasa y se mezcla enseguida con los materiales grasos que lo rodean, mientras que los grupos OH libres se adhieren al agua o se disuelven en ella. Por tanto los monoglicéridos y diglicéridos tendrán mayor capacidad emulsificante que un triglicérido. (Lawson, 1999)

2.3.3.8 Solubilidad: La solubilidad de las grasas está relacionada con disolventes orgánicos debido a su estructura hidrofóbica, se conocen como hidrocarburos, ésteres y éteres, para mayor solubilidad es necesaria la presencia de altas temperaturas (por encima del punto de fusión). (Lawson, 1999)

2.3.3.9 Índice de refracción: es una característica que se basa en la relación entre la velocidad de una onda luminosa en el aire y su velocidad en la sustancia grasa. (Lawson, 1999)

2.3.4 Clasificación según fuentes de grasas y aceites:

2.3.4.1 Grasas de origen animal:

2.3.4.1.1 Grasa Láctea: Se obtiene de la leche de vaca, a partir de esta se derivan productos como la mantequilla, queso, helados y nata. La grasa Láctea está compuesta por un 62-69% de ácidos grasos saturados, 29-32% de ácidos grasos monoinsaturados y de un 2-4% de ácidos grasos poliinsaturados. (Lawson, 1999)

2.3.4.1.2 Manteca de cerdo: Se deriva del tejido adiposo de los cerdos, la manteca de cerdo ha sido un producto cada vez menos demandante. (Lawson, 1999)

2.3.4.1.3 Sebo: Principalmente se obtiene del ganado vacuno, mantiene más firmeza si se conserva a temperatura ambiente a diferencia de la manteca de cerdo; a lo largo del tiempo ha sido reemplazado por el uso de aceites vegetales en cocción. (Lawson, 1999)

2.3.4.2 Grasas de origen vegetal:

2.3.4.2.1 Canola: es proveniente de la semilla de colza, naturalmente produce ácido erúico y solo se produce en climas fríos, de acuerdo a lo anterior investigadores desarrollaron una semilla de colza que no generara ácido erúico y que fuera posible a temperaturas cálidas, este aceite se considera dentro de los parámetros de recomendaciones en salud debido a su bajo aporte de ácidos grasos saturados (menor del 6%). (Lawson, 1999)

2.3.4.2.2 Coco: Proviene de la corpa (carne del coco desecada), se clasifica como grasa debido a su plasticidad, ya que a temperatura ambiente se mantiene sólida, y a temperaturas de 25,6°C está líquida; esta grasa está compuesta por grasas saturadas y cortas principalmente, por lo tanto es empleado preferiblemente en espolvoreado de galletas y fritura de frutos secos,

ya que resiste fenómenos de oxidación (exposición al ambiente en almacenamiento y preparación). (Lawson, 1999)

2.3.4.2.3 Maíz: debido a que es producto que tiene varios usos, el aceite de maíz se obtiene a partir del almidón de maíz. Se emplea en la producción de margarinas es preferido sobre las mantequillas por su alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados (55%). (Lawson, 1999)

2.3.4.2.4 Algodón: este aceite se obtiene de la semilla de algodón, la cual contiene del 15% al 25% de aceite, sin embargo de la extracción únicamente se obtiene 16% máximo de aceite. Su aroma es de característica fuerte y presenta un color rojo oscuro, esto es debido a la presencia de gomas y gossypol; pero cuando se somete a refinación se obtiene un aceite con color amarillo pálido. (Ranken,1993)

2.3.4.2.5 Palma: Se obtiene una grasa semisólida, pero al fraccionarse con solventes se consigue una fracción rica en oleína, mas líquida y una solida rica en estearina. (Ranken,1993)

2.3.4.2.6 Soja: este aceite es extraído de la semilla del haba por extracción con solventes, la cual contiene del 17% al 20% de aceite. (Ranken,1993)

2.3.5 Alteración de los aceites comestibles:

2.3.5.1 Rancidez oxidativa: debido a la presencia de aire y luz al mismo tiempo junto con humedad, hacen que el oxígeno del ambiente, actúe en los ácidos grasos insaturados generando olor a sebo por la formación de peróxidos. Estos se descomponen formando ácidos grasos libres, por lo anterior las sustancias rancias son acidas y producen una coloración anormal en el aceite. (Bernal, 1993)

Por oxidación de los ácidos grasos saturados se forman metilcetonas y por oxidación de los ácidos grasos no saturados se obtienen aldehídos. (Bernal, 1993)

2.3.5.2 Sabores extraños: en algunos casos, los aceites tienen sabor a pintura, petróleo o resina que es proveniente del recipiente que los contiene, debido a que el producto absorbe olores por medio de sustancias químicas solubles en el. (Bernal, 1993)

2.3.5.3 Daños enzimáticos: los triglicéridos están formados por ácidos grasos y glicerol, en los aceites vegetales existen enzimas vegetales, pero estas son inactivadas en los procesos de refinación; cuando este no se realiza de la forma correcta en presencia de humedad estas pueden reaccionar. (Bernal, 1993)

2.3.5.4 Daño microbiológico: se produce cuando la materia prima o el aceite están contaminados por microorganismo lipolíticos, produce degradación rápida de la grasa, para esto se hace necesario el control de la humedad. (Bernal, 1993)

2.3.5.4 Reversión: Esta alteración ocurre cuando se contienen moléculas que poseen mas de dos dobles enlaces en la cadena, consiste en la reordenación molecular que afecta el sabor. (Bernal, 1993)

2.3.5.5 Desecación y polimerización: Cuando el producto final es rico en ácidos grasos poliinsaturados como linoléico y linolénico, se forman películas transparentes y se hacen más densos cuando se exponen al aire. (Bernal, 1993)

3.0 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN:

3.1 Formulación del problema:

¿Cual es la cantidad de grasa absorbida en la papa (*solanum tuberosum*) a la francesa freída en profundidad en aceite de mezcla de aceites vegetales reutilizado?

3.2 Justificación de la información:

Según la ENSIN 2005, la ingesta de los colombianos se caracteriza por un consumo no excesivo de grasa total, debido a que solo el 2,5% de la población colombiana consumió mas del 35% del VCT en grasa. Sin embargo al relacionar el consumo de total de grasa con el tipo de grasa consumida, se observo que el 25,8% ingiere mas del 10% del VCT de grasa saturada. Así mismo el 81,6% de la población consume menos del 10% del VCT en grasa monoinsaturada.

En cuanto a la distribución porcentual del consumo de grasa saturada organizado de mayor a menor, la región Atlántica reporto los mayores índices (33,6%), seguida por Bogotá con un 29,8% y finalmente por la región Central con un 29,4%, lo anterior podría estar relacionado con lo hábitos alimentarios que se practican en estas tres regiones.

Según la Encuesta Nacional de Salud para el 2007, el 7,82% de la población colombiana padece de hipercolesterolemia, así mismo la ciudad de Bogotá reporta las mayores cifras (12,54%), seguido por la región oriental (8,56%) y central (8,43%), lo cual puede verse relacionando con el consumo aumentado de grasas saturadas referido anteriormente para el año 2005.

Para el 2010 la ENSIN reporto que 1 de cada 4 colombianos entre 5 y 64 años es decir un 24,5% de la población, ingiere comidas rápidas semanalmente, observando que este porcentaje se incrementaba a medida que el nivel de SISBEN aumentaba.

Así mismo el mayor consumo de grasa se aprecio en la región urbana; en cuanto a distribución según grupo etáreo, en el que mayor consumo se encontró fue el de los 14 a los 18 años con un 34,2%, seguido por el grupo de los 19 a 32 años con un 32,8%.

De acuerdo con la Revista Colombiana de Cardiología para el 2009, se considera la dieta un factor de riesgo ambiental, ya que constituye una alimentación inadecuada, específicamente mayor consumo de alimentos con alto índice de

grasas. Según esto se considero que para la población Colombiana, representara una alta prevalencia en el desarrollo de enfermedad cardiovascular; asociado a lo anterior se incluyeron otros hábitos inadecuados como el sedentarismo y la obesidad desde edades tempranas, los cuales permanecen hasta la edad adulta, llevando así al daño endotelial y formación progresiva de ateromas.

La Organización Mundial de la Salud, publico que las ECV, son la principal causa de mortalidad en el mundo; para el 2004 17,1 millones de personas murieron por ECV, representando un 29% del total de las muertes registradas.

Así mismo se calculo que para el año 2030, casi el 23,6 millones de habitantes del mundo, morirán a causa de las ECV.

Debido a las cifras de morbimortalidad reportadas anteriormente, están principalmente relacionadas con el consumo excesivo de grasas y la calidad de la misma, se hace necesario proponer la evaluación del efecto del proceso de fritura profunda en cuanto a la modificación del contenido de lípidos en Papa Común, debido a que la población colombiana según ENSIN aumento su consumo de comidas rápidas.

4. OBJETIVOS:

4.1 Objetivo general: evaluar la incidencia de la cantidad de grasa en la papa (*solanum tuberosum*) a la francesa freída en profundidad por el uso de mezcla de aceites vegetales reutilizado.

4.2 Objetivos específicos:

- Estandarizar el proceso de fritura en condiciones de laboratorio.
- Determinar los cambios en la cantidad de grasa durante las 12 frituras sucesivas en papa a la francesa.
- Identificar hasta que fritura se puede reutilizar el aceite en función de la grasa absorbida en el alimento.
- Describir cualitativamente las características organolépticas del alimento.
- Formular recomendaciones acerca de las buenas prácticas de fritura profunda, con el fin de disminuir los procesos adversos para la calidad del aceite y el alimento.

5. HIPÓTESIS:

- **Hipótesis 1:**

Ho: De acuerdo a la técnica de fritura de papa a la francesa en condiciones de laboratorio no existe diferencia significativa en el porcentaje de absorción de grasa al emplear aceite reutilizado en doce frituras sucesivas.

Ha: De acuerdo a la técnica de fritura de papa a la francesa en condiciones de laboratorio existe diferencia significativa en el porcentaje de absorción de grasa al emplear aceite reutilizado en doce frituras sucesivas.

- **Hipótesis 2:**

Ho: En promedio no existe diferencia significativa entre los resultados experimentales y valores teóricos.

Ha: En promedio existe diferencia significativa entre los resultados experimentales y valores teóricos.

6. MATERIALES Y MÉTODOS:

6.1 Diseño de la investigación: Es un estudio descriptivo con fase de laboratorio.

6.2 Población de estudio y muestra:

6.2.1 Población estudio: Para el presente trabajo se estableció que la población estudio fue: todas las marcas y tipos de aceites que se venden en el mercado Colombiano así mismo todas las variedades de papas que se consuman en Colombia.

6.2.2 Población muestra: Para la selección de la muestra se determinó que los aceites mas consumidos por la población Bogotana fueron las mezclas vegetales y a partir de esto por medio de una encuesta se determino que el aceite mas vendido fue el aceite riquísimo. En cuanto a la Papa se acordó que se emplearía tipo sabanera por la composición morfológica y lo establecido en la normatividad para la preparación de papa francesa.

6.3 Variables de estudio:

6.1.2.1 Variables dependientes: Porcentaje de lípidos absorbidos, características organolépticas (Color, olor, textura y sabor).

6.1.2.2 Variables independientes: Número de veces que se reutilizó el aceite.

6.3 Métodos: fritura profunda y extracción de grasa por solvente.

6.3.1 Proceso de fritura:

- Inicialmente se realizó la primera fritura con aceite fresco y la primera porción de papa a la francesa, seguido a esto se continuaron las otras once frituras con diferentes porciones de papa pero con el mismo aceite de la primera hasta la doceava fritura.

Parámetros	Dato
Temperatura	170° +/- 175°C
Tiempo	4 minutos
Proporción	1:6
Variedad Papa	Sabanera

Tipo de aceite	Mezcla de aceites vegetales (Soya, oleína de palma y algodón)
----------------	---

Tabla 3. Condiciones de fritura que se emplearon

Estos parámetros se manejaron para el proceso de fritura, con el fin de estandarizar las condiciones de laboratorio, llevando así a la mitigación de sesgos por variables que influyen en este proceso y únicamente analizar la variabilidad del porcentaje de grasa absorbida en la papa sabanera tipo francesa.

6.3.2 Determinación de la cantidad de grasa absorbida:

- Inicialmente se secaron las muestras obtenidas, en horno a 100°C por doce horas y se estabilizó el peso introduciendo cada una de las muestras en el desecador.
- Se determinó la cantidad del aceite absorbido por el alimento mediante el proceso de extracción por medio de un solvente orgánico (Hexano) que consiste en: Pesar la muestra seca almacenada, alistar papel filtro, introducir la muestra en la boca del dedal de extracción. Con ayuda de las pinzas, pesar los vasos de extracción de grasa, agregar al vaso extractor 40 ml de hexano, colocar el vaso extractor de grasa en el equipo, abrir la llave del agua para la circulación, prender el equipo, colocando el controlador de temperatura en 5, extraer por 4 horas, apagar el equipo, sacar con cuidado el vaso extractor, sacar el dedal del equipo, introducir el vaso recuperador de solvente, colocar el vaso con el solvente, recuperar la mayor cantidad de solvente posible, secar el vaso extractor en horno por 30 minutos y pesar. (Bernal, 1994).

6.4 Materiales:

6.4.1 Equipos: Equipo de extracción de grasa, estufa, freidora, nevera, balanza de precisión.

6.4.2 Materiales: implementos y utensilios para la fritura de los alimentos y extracción de grasa.

6.5 Recolección de la información:

- Elaboración de formatos (ANEXO 1: formato de recolección de información del proceso de fritura)
- Adquisición de las muestras, como se menciona en población y muestra.
- Estandarización del proceso de fritura (ANEXO 2) y de extracción de grasa (ANEXO 3)

6.5.1 Adquisición de la materia prima:

- Papa Sabanera de acuerdo a la norma del Códex (Norma del Códex

para las papas fritas congeladas rápidamente Codex Stan 114-1981).

- Aceite de mezclas vegetales (Norma del codex para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales del codex stan 2-1999).
- Hexano actúo como solvente orgánico.

6.5.2 Estandarización del proceso de fritura:

- Relación 1:6 de alimento (papa):aceite.
- Las papas a la francesa midieron entre 9.5 a 12.7 mm de ancho por 60 a 140 mm de largo aproximadamente
- Tiempo de inmersión en el aceite de mezcla vegetal: 4 minutos
- Temperatura: 170°C - control de temperatura antes y después de la inmersión del alimento.

6.6 Análisis de la información:

Para el análisis de los resultados se emplearon medidas de tendencia central para comparar los resultados obtenidos como: promedio, porcentajes, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación. Para el análisis entre las muestras con el promedio total, se elaboro un modelo de comparación de porcentaje de absorción de grasa en Excel 2010, se empleo el programa statics 9.1 y se aplico la prueba de bonferroni para comparar las muestras entre si y evaluar la significancia estadística. Para validar las hipótesis planteadas de realizo prueba T student en Past program.

7. RESULTADOS:

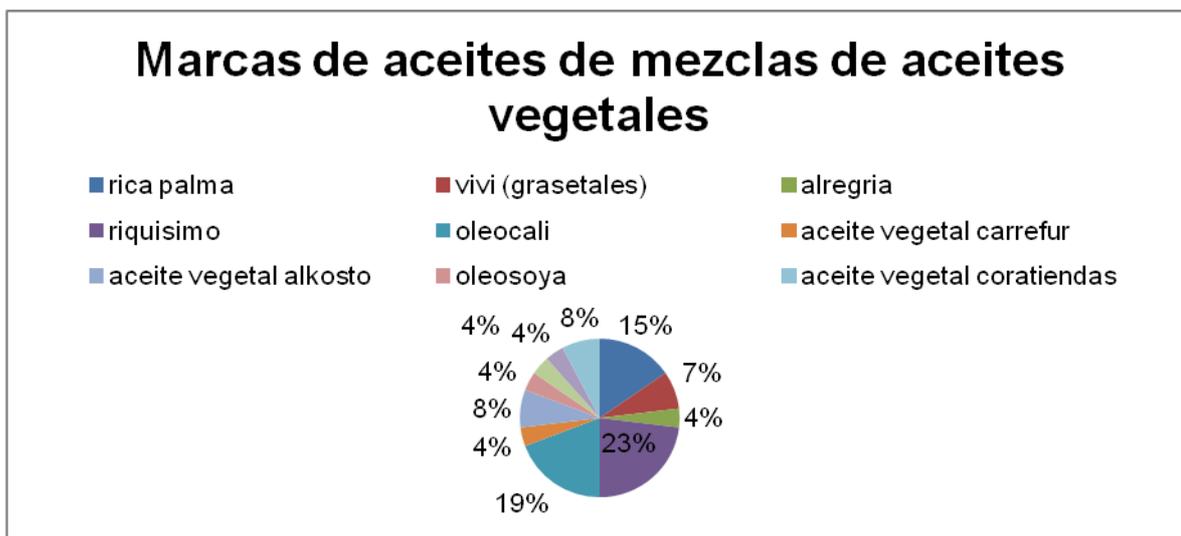


Grafico 1. Marcas de aceite de mezclas de aceites vegetales.



Grafico 2. Ingredientes de aceites de mezclas vegetales

Numero de muestras	% rendimiento
Fritura 1	57.030
Fritura 2	54.121
Fritura 3	56.500
Fritura 4	53.974
Fritura 5	55.064
Fritura 6	51.232
Fritura 7	53.234
Fritura 8	53.493
Fritura 9	54.527
Fritura 10	60.639
Fritura 11	56.195
Fritura 12	55.917

Tabla 4. Porcentaje de rendimiento de papa común sometida a fritura profunda

El peso húmedo fue obtenido al dejar las muestras en el desecador con el objetivo de estabilizar el peso final. En cuanto al peso seco, se determinó luego de permanecer en el horno a 100°C por doce horas evaluando constantemente el peso hasta llegar a una cifra constante final, y seguir el proceso de extracción de grasa de cada una de las muestras por triplicado.

Nº fritura	Características organolépticas			
	Textura	Color	Sabor	Olor
1	Muy crocante	Dorado	Agradable	Agradable
2	Muy crocante	Dorado	Agradable	Agradable
3	Muy crocante	Dorado	Agradable	Agradable
4	Muy crocante	Dorado	Agradable	Agradable
5	Muy crocante	Dorado	Agradable	Agradable
6	Muy crocante	Dorado	Agradable	Agradable
7	Muy crocante	Dorado	Agradable	Agradable
8	Muy crocante	Dorado	Agradable	Agradable
9	Crocante	Dorado oscuro	Grasoso	Quemado
10	Crocante	Dorado oscuro	Grasoso	Quemado
11	Blanda	Dorado oscuro con partículas cafés	Grasoso y quemado	Quemado
12	Blanda	Dorado oscuro con partículas cafés	Grasoso y quemado	Quemado

Tabla 5. Características organolépticas de la papa tipo francesa en las doce frituras consecutivas.

Numero de muestra	Promedio	Mediana	Desviación estándar	Coficiente variación
1	11.63	11.63	0.01	0.11
2	11.48	11.635	0.31	2.69
3	11.62	11.62	0.01	0.11
4	11.68	11.675	0.01	0.11
5	11.71	11.715	0.02	0.13
6	11.73	11.735	0.02	0.15
7	11.80	11.795	0.01	0.08
8	11.83	11.83	0.01	0.08
9	11.98	11.99	0.03	0.23
10	12.91	12.935	0.21	1.66
11	13.23	13.445	0.50	3.75
12	13.66	13.65	0.28	2.01

Tabla 6. Datos estadísticos del porcentaje de absorción de grasa en las doce frituras consecutivas.

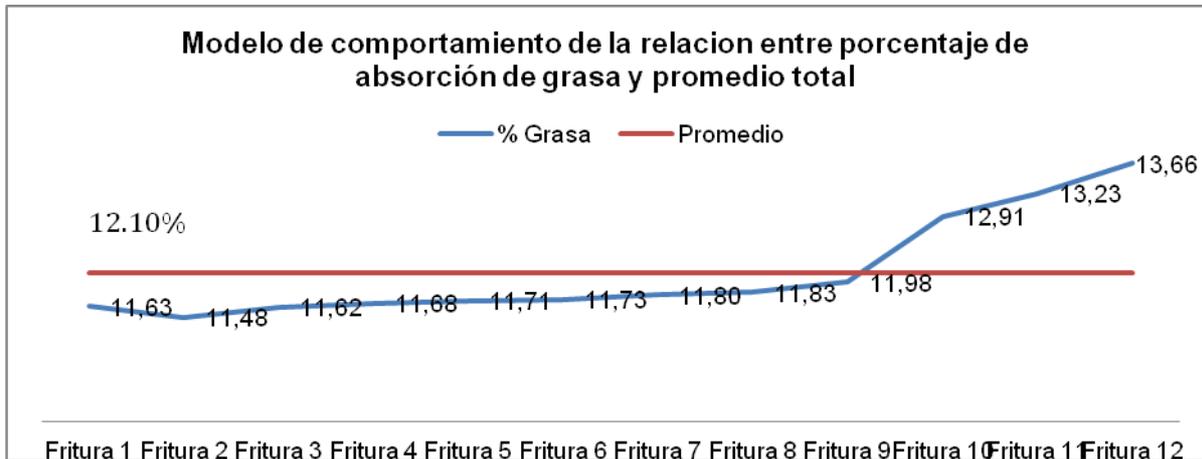


Grafico 3. Comportamiento del porcentaje de absorción de grasa relacionado con el promedio entre las doce frituras consecutivas.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	-0.003											
	1											
3	-0.0002	0.0028										
	1	1										
4	0.0009	0.0039	0.0011									
	1	1	1									
5	0.0016	0.0046	0.0018	0.0007								
	1	1	1	1								
6	0.0019	0.005	0.0021	0.0001	0.0003							
	1	1	1	1	1							
7	0.0032	0.0063	0.0034	0.0023	0.0016	0.0013						
	1	1	1	1	1	1						
8	0.0039	0.007	0.0041	0.003	0.0023	0.002	0.0007					

	1	1	1	1	1	1	1					
9	0.0071	0.0102	0.0073	0.0062	0.0055	0.0052	0.0039	0.0032				
	1	1	1	1	1	1	1	1				
10	0.0255	0.0285	0.0257	0.0246	0.0239	0.0235	0.0222	0.0215	0.0183			
	0	0	0	0	0	0	0	0	0.055			
11	0.032	0.035	0.0322	0.0311	0.0304	0.03	0.0287	0.028	0.0248	0.0065		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0.002	1		
12	0.0405	0.0436	0.0407	0.0396	0.0389	0.0386	0.0373	0.0366	0.0334	0.015	0.0085	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.012	1	

Tabla 7. Relación entre las doce frituras consecutivas. Prueba de Bonferroni.

Entes Bibliográficos	Valores Bibliográficos	% promedio de absorción de grasa en estudio	Valor de T	Valor de P
USDA	16.18%	12.10%	-19.37	7.55E-10
TCAM (tabla de composición de alimentos de Medellín)	16.10%	12.10%	-18.99	9.33E-10
Trabajo grado PUJ	17.35%	12.10%	-24.93	4.97E-11
Makinson (Suaterna)	18.70%	12.10%	-31.34	4.14E-12
Mc Donalds	16.24%	12.10%	-19.65	6.45E-10
Promedio	16.91%	12.10%	-22.83	1.28E-10

Tabla 8. Relación entre datos bibliográficos y promedio de porcentaje de absorción de grasa en estudio.

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS:

El consumo de papa en la población colombiana va en aumento, ya que se observó crecimiento de la demanda en 1.991 con 2,34 millones toneladas al 2.002 con 2,84 millones de toneladas. Esto quiere decir que gran parte de la población incluye en sus hábitos alimentarios el consumo de papa, adicional a esto se ha observado que la preparación de preferencia por su capacidad de brindar palatabilidad, sabor y textura agradable; es la fritura profunda, relacionado también con la rapidez de su preparación. Es por esto que se identificó la problemática de estudio y se fijaron objetivos con el fin de brindar información verídica y eficaz para un consumo adecuado a través del uso de practicas de fritura optimas.

Para la preparación de papa tipo francesa se empleó, la variedad sabanera debido a que presenta característica arenosa permitiendo mejor calidad en cuanto a apariencia, textura y color. Según Lawson en 1.999, estas eran las características que debe reunir la materia prima de las papas tipo francesa. Según estudio de Fedepapa se emplea papa sabanera en Colombia cerca de 170 a 250.000 toneladas para el procesamiento de papas fritas en hojuelas o bastones.

Para la realización de la investigación se identificó que el tipo de aceite más empleado en Bogotá por medio de la revisión bibliográfica son los aceites de mezclas vegetales para la preparación de fritura profunda, posiblemente asociado a su bajo costo; con el fin de caracterizar aún mas la muestra y hacer un

selección de materia prima adecuada, se elaboró un formato con el cual se logró determinar que la marca mas vendida en los supermercados de cadena de Bogotá fue Riquísimo con un 23%, seguido por Oleocali con un 19% y Ricapalma con un 15%; es por esto que para la selección de la materia prima se empleó aceite de mezclas vegetales de marca Riquísimo. Además de esto se verificó que se emplean para fritura aceites que contienen como primer ingrediente soya seguido por oleína de palma con un 77%.

La tabla 4 se obtuvo a partir de la relación de los datos de peso crudo y peso cocido, los cuales evaluaron la pérdida de peso en el alimento luego de que fue sometido a procesos de cocción en este caso a fritura profunda.

En cuanto a la fritura de papa sabanera tipo francesa, en condiciones de laboratorio; el porcentaje de rendimiento que se reporto según datos, fue de 55.161% en promedio; en cuanto al comportamiento de rendimiento en cada una de las doce frituras realizadas, se observó que al principio hasta la quinta fritura se mantiene en el promedio, pero a partir de esta, disminuyó el porcentaje hasta la novena fritura donde se vió un aumento en el rendimiento; sin embargo los datos no se encontraron lejanos del promedio debido a que el porcentaje de rendimiento se mantuvo entre 50 y 60%.

Según Vélez y Hernández en 1999 de acuerdo a lo encontrado en la revisión del proceso de fritura, esta compuesto por varias fases, la primera es la que comprende el proceso de deshidratación del alimento y este varía de acuerdo a la composición y condiciones de preparación del mismo. Esta deshidratación ocurrió en el momento en que la papa fue sumergida en el aceite a 170°C, donde inicialmente el calor producido va hacia la superficie del alimento permitiendo así la salida del contenido acuoso, llevando a la evaporación del agua de la papa. Lo anterior fue observado y relacionado en las doce frituras realizadas, por medio de la diferencia entre el peso crudo y el peso cocido. Para esto se consulto la Tabla de Composición de Alimentos de Medellín, donde se evaluó que el porcentaje de humedad de la papa cruda, es de 75,4% y el de la papa tipo francesa es de 39,5%, con estos datos teóricos se puede deducir que el porcentaje de rendimiento del alimento es de 52,38%, encontrando similitud con los datos reportados en el presente estudio.

Inicialmente se estandarizaron los pasos para el proceso de fritura de la papa tipo francesa, y las características de las variables; de acuerdo a lo estipulado en la investigación de Moyano y Pedreschi, se habló del manejo de la temperatura en fritura profunda entre 170° y 180°C, ya que se encontró que a menor temperatura existe mayor porcentaje de absorción de grasa, es por esto que la temperatura que se manejó en el laboratorio fue de 170°C, con el objetivo de mantener las condiciones de fritura en los límites de normalidad permitiendo así la absorción de grasa estándar.

De acuerdo con la FAO en el documento (Grading manual for frozen french fried potatoes), se recomendó que el tiempo de fritura se debe establecer al color deseado por el consumidor, es por esto que previo al proceso de fritura definitivo,

se realizaron estandarizaciones para determinar el tiempo en el que la papa tipo francesa adquiere un color agradable organolépticamente, este fue de cuatro minutos de cocción ya que en este punto la papa adquirió el color dorado característico de fritura.

Suaterna para el 2008, estipuló que la relación producto aceite se debe mantener entre 1:6 y 1:10, lo anterior se refiere a que por cada gramo de alimento debe agregarse entre 6 o 10 ml de aceite, evitando así contribuir al aumento del porcentaje de absorción de grasa; esto se aplicó en el presente estudio, se maneja una proporción de 1:5.5, es decir que por cada 100gr de papa se agregaron 5.5 litros de aceite de mezclas vegetales.

Otra variable importante que se tuvo en cuenta fueron las medidas de la papa, debido a que la geometría de la misma influirá en el porcentaje de grasa que se absorba, es por esto que se estandarizó que de ancho estaba entre 9.5 y 12,7mm y de largo entre 60 a 140 mm con superficie lisa; lo anterior asegura uniformidad del alimento a freír y por ende disminuye la influencia en el porcentaje de grasa retenida por la papa, como lo reporta Suaterna, donde enfatiza la influencia en el porcentaje de absorción de grasa relacionado con el tamaño y la forma de la papa, debido a que la variabilidad de tamaño aumentara el porcentaje de grasa sobre todo en las papa de menor tamaño y en las de superficie corrugada porque presenta mayor área de absorción. Estas medidas y la forma de la papa fue regida bajo la norma del Código para las patatas (papas) fritas congeladas rápidamente Código stan 114-1981.

En la segunda fase del proceso de fritura, ocurrió la absorción de aceite, debido al fenómeno de deshidratación por medio de la apertura de los poros de la superficie de la papa, seguido por la entrada del aceite de fritura a los capilares vacíos; el porcentaje de absorción del aceite fue estudiado, y por esta razón se controlaron las variables nombradas como temperatura, tiempo, proporción, con el fin de no afectar la absorción por otros factores diferentes a la reutilización del aceite.

En el estudio que realizó Suaterna en fritura profunda identificó que los alimentos de origen vegetal absorben mayor cantidad de grasa que los de origen animal, explica que una de las teorías más citadas, es que la variabilidad de la grasa absorbida en los alimentos, de acuerdo al agua eliminada en la deshidratación de alimento, ya que cantidad que se evapora podría verse relacionada con la cantidad de aceite que se absorbe. Como lo confirma Makinson, donde observó en su estudio que los alimentos de origen vegetal al tener mayor contenido acuoso y bajo contenido graso, tendían a absorber mayor cantidad con respecto a los de origen animal. Así mismo Fillion en 1998, realizó un estudio de pérdida y ganancia de nutrientes durante el proceso de fritura, donde afirma que los alimentos de origen vegetal absorben mayor cantidad de grasa por su estructura ya que contienen en el espacio intracelular aire lo que permite la llegada de la grasa y adaptación a la estructura; a diferencia de los alimentos de origen animal debido a que estos contienen sustancias que no permiten la retención de la grasa.

Para estimar el contenido de grasa en la papa, se realizó por medio de la extracción de grasa empleando hexano como solvente orgánico, en doce muestras por triplicado respectivamente, siguiendo el esquema que recomienda la FAO para la realización de los estudios experimentales en alimentos, permitiendo así mayor confiabilidad de los datos a reportar (FAO).

En cuanto a las características organolépticas, se reportó por medio del formato de recolección de la información durante el proceso de fritura, que hasta la octava fritura el alimento presentó características de aceptabilidad adecuadas en cuanto a textura, color, sabor y olor; sin embargo en la novena y décima fritura, el color se modificó presentando oscurecimiento del alimento, según Lawson el desarrollo de este color es debido a la presencia de las sustancias propias de los alimentos en el aceite que al reaccionar ocurre un oscurecimiento del aceite y por ende el alimento toma esta tonalidad y se obtiene un alimento poco agradable para el consumo. Así mismo el sabor “grasoso” de la papa es debido a que presenta mayor absorción de aceite generando percepción pastosa al probarlo, así como el olor a quemado puede ser asociado al número de reutilizaciones del aceite de mezclas vegetales permitiendo la transferencia del olor al alimento. En la fritura once y doce, la consistencia se modifica notablemente debido al mayor porcentaje de grasa que presenta relacionándolo con lo encontrado y comprobado en la prueba de Bonferroni, así como el sabor; en cuanto al color y la presencia de partículas pegajosas al alimento, se observó la reacción de polimerización la cual es consecuencia de el calentamiento prolongado del aceite en el proceso de fritura, llevando así al deterioro del aceite. Lo anterior se ve relacionado con el porcentaje de absorción de grasa que se observa en aumento cerca de la décima fritura significativamente.

En la tabla 6, se estipularon los datos de porcentaje de absorción de cada una de las frituras sucesivas, determinando el promedio entre las muestras por triplicado, con el fin de evaluar el grado de dispersión de los datos se estableció la desviación estándar, la cual se encontró cercana o igual a cero, lo cual indicó que no existe variación de los datos por lo tanto son confiables lo anterior se complementó con la medida de coeficiente de variación donde se concluyó que los datos al presentar porcentajes menores del 10%, son precisos y los resultados del presente estudio son altamente verídicos.

Se estimó que en promedio el porcentaje de grasa absorbida para las doce frituras es de 12,10%, siendo el menor porcentaje de 11,48% en la segunda fritura y de 13,66% el mayor en la doceava fritura; el gráfico 2, muestra un aumento lineal del porcentaje de grasa, de acuerdo a esto se decidió comparar las muestras con la prueba ANOVA (Bonferroni), permitiendo así la comparación entre los datos, esta arrojó que el porcentaje de grasa permanece sin diferencia significativa hasta la décima fritura, luego de esta el porcentaje va en aumento hasta la fritura doce, lo anterior rechaza la hipótesis nula, lo cual se refiere a que de acuerdo a la técnica de fritura de papa a la francesa en condiciones de

laboratorio presenta diferencia significativa en el porcentaje de absorción de grasa al emplear aceite de mezclas vegetales reutilizado a partir de la decima fritura.

Es por esto que se puede deducir que la reutilización de aceite de mezclas vegetales en fritura de papa tipo francesa, se puede realizar hasta la novena fritura, debido a que a partir de esta se aumenta significativamente el porcentaje de grasa reportada; aún manteniendo parámetros de laboratorio que posiblemente llegan a afectar y a influenciar en el porcentaje de absorción de grasa.. Lo anterior puede deberse a la modificación de la calidad del aceite, lo cual aumentaría su viscosidad, y modificara sus propiedades químicas lo cual influiría en la absorción de grasa por parte de la papa.

Según lo reportado en la bibliografía consultada, se logro comprar con el promedio establecido en el presente estudio, aplicando una prueba Tstudet, la cual permitió rechazar la hipótesis nula, lo anterior verifico que si existe diferencia significativa entre las referencias bibliográficas y lo encontrado en el estudio de acuerdo al porcentaje de grasa presente en la papa tipo francesa. Sin embargo no se conoce la metodología empleada para el proceso de fritura de las fuentes literarias como el control de temperatura, tiempo, selección de materia prima y proporción de alimento : aceite como se ha considerado en el estudio actual.

El promedio de los datos estudiados, se encontró por debajo de lo reportado en la bibliografía, lo mencionado puede deberse a que las condiciones de fritura no se conocen y por tanto podrían variar a las empleadas en el presente estudio, permitiendo así las diferencias en el porcentaje de absorción de grasa por parte de la papa tipo francesa; a pesar que el porcentaje de grasa aumentó significativamente luego de la decima fritura, no sobrepaso ninguno de los porcentajes reportados en la bibliografía.

Finalmente según Marcano y Razali, el porcentaje de absorción de la grasa esta directamente relacionado con la presencia de compuestos polares, de acuerdo a lo reportado en los diferentes estudios realizados donde se observo que las papas que absorbían mayor cantidad de grasa estaba compuestas con altos valores de sustancias polares.

9. CONCLUSIONES:

- En promedio el porcentaje de absorción de grasa en papa tipo francesa freída en profundidad en mezcla de aceite vegetal reutilizado, fue de 12.10% en condiciones controladas de laboratorio.
- El menor porcentaje de absorción fue de 11.48% en la segunda fritura y el mayor fue de 13,66% en la doceava fritura.
- Se logro establecer la temperatura de 180°C, cuatro minutos en inmersión y proporción de 1:6 de papa y aceite, como las condiciones ideales para este proceso de fritura.
- Según lo reportado en el estudio, se pudo concluir que el porcentaje de absorción de grasa en la papa francesa, aumento significativamente en la

decima fritura; lo cual da como referencia que solo se debe reutilizar el aceite en fritura profunda de papa hasta la novena con el fin de evitar un mayor aporte calórico proveniente de grasa.

- El porcentaje de grasa obtenido en el estudio, no sobrepasa los niveles de grasa analizados en la bibliografía, sin embargo se desconocen las practicas de fritura empleadas; por lo cual no se podría considerar un punto de comparación con lo realizado en el experimento.

10. RECOMENDACIONES:

- Complementar lo establecido, evaluando la calidad del aceite que es absorbido por parte de la papa sabanera.
- Realizar estudios empleando un mayor numero de frituras con el fin de ampliar el rango de evaluación.
- Desarrollar un estudio con las mismas condiciones de fritura del presente, con el objetivo de validar la información brindada.

11. REFERENCIAS:

- **ADRIAN.2000 JEAN.** análisis nutricional de los alimentos. Editorial acribia S.A
- **AGRONET.** Caracterización de papa. <http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2005112163731_caracterizacion_papa.pdf>[consulta: 3 agosto 2011]
- **AGUILAR MIGUEL ANGEL.1993.** El libro de las grasas. Editorial alianza.
- **APARICIO RAMÓN, HARWOOD JOHN.** Manual del aceite de oliva. 1ª edición. 2003.
- **BERNAL MARTINEZ INES. 1993.** Análisis de los alimentos. Editorial Guadalupe.
- **FAO.** Deposito de documentos de la FAO. Diseño experimental. <<http://www.fao.org/docrep/T0848S/t0848s03.htm>>[consulta: 12 septiembre 2011]
- **FILLION L, HENRY CJK.** Nutrient losses and gains during frying: a review. Inter J Food Scien Nutr.1998;49:157-268.
- **ICBF, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar; Profamilia; Instituto Nacional de Salud;** Escuela de nutrición y dietética de la universidad de Antioquia; marco internacional; OPS/OMS. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN). 2005.
- **ICBF, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar; Profamilia; Instituto Nacional de Salud;** Escuela de nutrición y dietética de la universidad de Antioquia; marco internacional; OPS/OMS. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN). 2010.
- **J.L. QUILES, M.C. RAMÍREZ-TORTOSA. AND P. YAQOUB.** Olive oil and health. 2006.
- **LAWSON.1999.**Aceites y grasas alimentarias.
- **MAKINSON JH, GREENFIELD ML, WONG ML, WILLS RBH.** Fat uptake during deep-fat frying of coated and uncoated foods. J Food Comps Anal. 1987;1:93-101.

- **MANZUR FERNANDO J., MD., FACC.(1); CIRO ALVEAR S., QF., MSC.(2); ALICIA ALAYÓN, BACT. MSC. 2009.** Consumo de ácidos grasos trans y riesgo cardiovascular. Revista Colombiana de Cardiología. Volumen 16 N°. 3: 103-111.
- **M.D RANKEN. 1993.** Manual de industrias de los alimentos. Editorial acribia S.A
- **MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL,** Situación de salud en Colombia. 2007.
- **MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. OBSERVATORIO AGROCADENAS COLOMBIA.** Documento de Trabajo No. 54. LA CADENA DE LA PAPA EN COLOMBIA UNA MIRADA GLOBAL DE SU ESTRUCTURA Y DINAMICA 1991-2005. Bogotá, Marzo de 2005.
- **MITTAL GS PAUL S & 1997.** Regulating the use of degraded oil/fat in deep-fat /oil food frying. *Critical Rev. Food Sci. Nutr.* 37: 635-662.
- **MOYANO PC, PEDRESCHI F.** Kinetics of oil uptake during frying of potatoe slices: effect of pre-treatments. *LWT-food sci Tech.* 2006;39:285-91.
- Norma del Códex para las papas fritas congeladas rápidamente Codex Stan 114-1981.
- Norma del codex para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales del codex stan 2-1999.
- **POTTER NORMAN.1999.** ciencia de los alimentos. Editorial acribia S.A
- **SUATERNA ADRIANA CECILIA. 2008.** La fritura de los alimentos: pérdida y ganancia de nutrientes en alimentos fritos. *Perspectivas en nutrición humana.* Vol. 10 No. 1 Enero-Junio de 2008: 77-88.