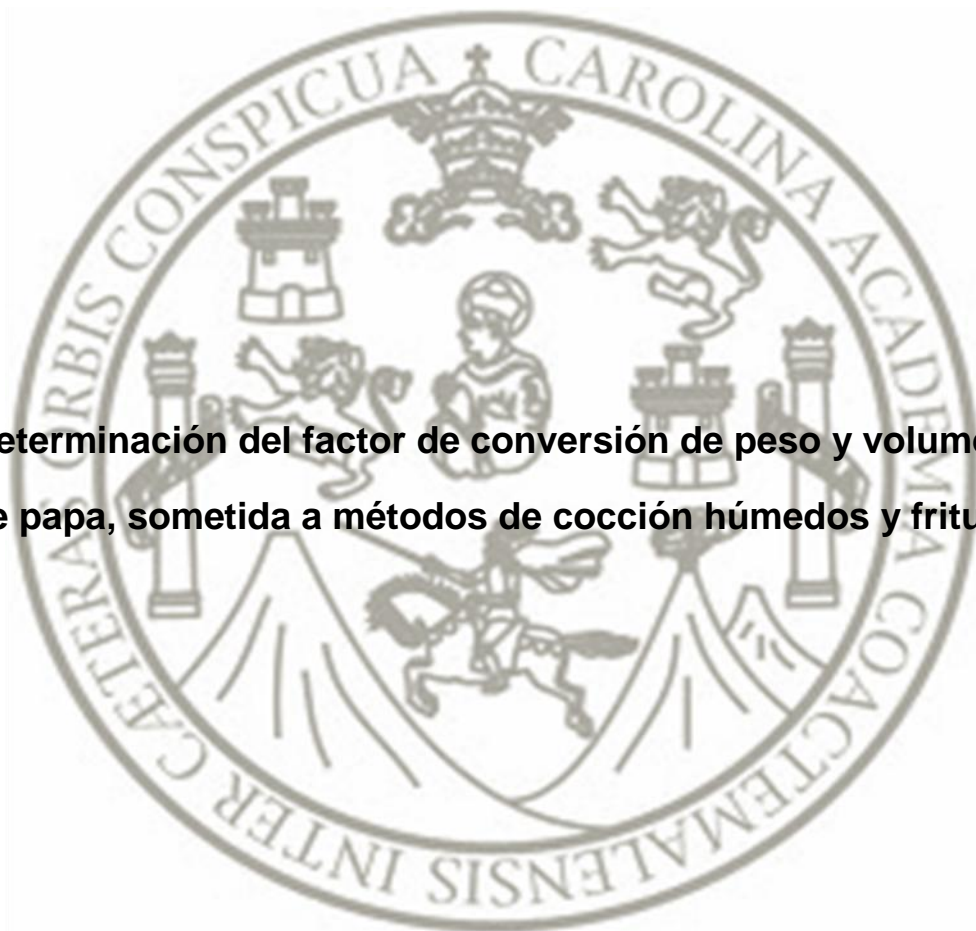


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

**Determinación del factor de conversión de peso y volumen
de papa, sometida a métodos de cocción húmedos y fritura**

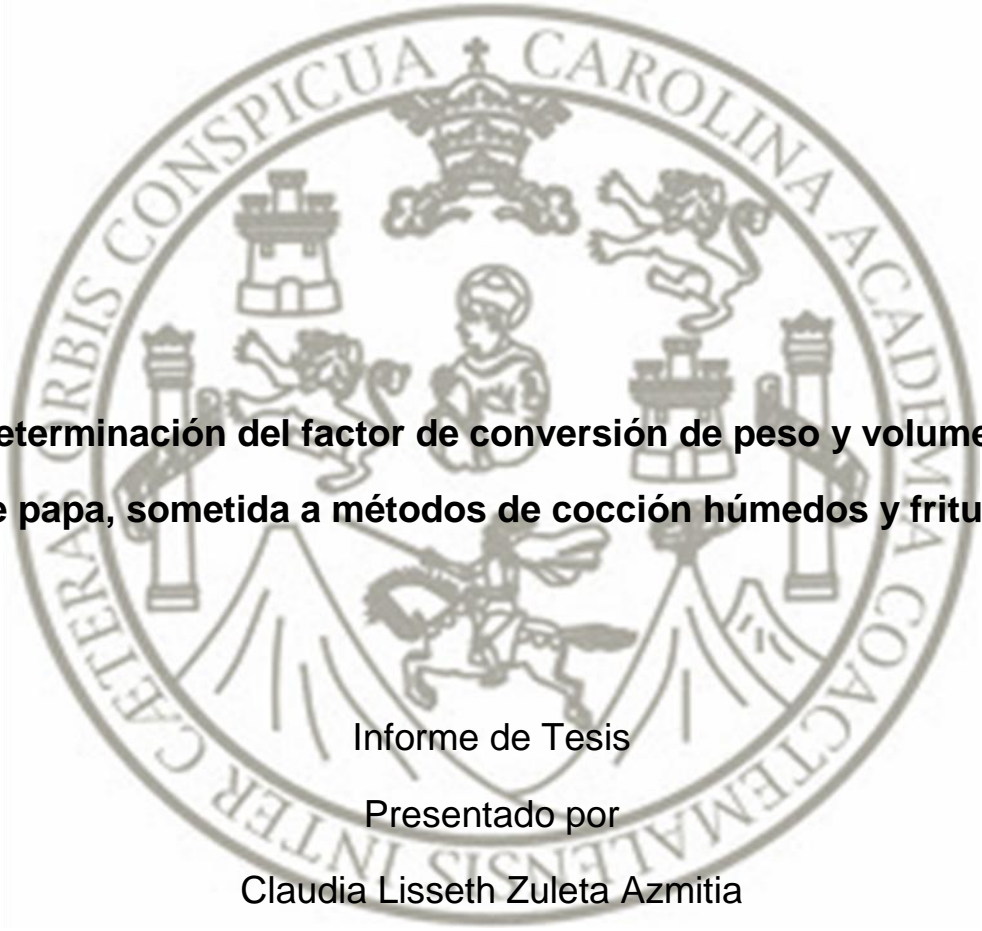


Claudia Lisseth Zuleta Azmitia

NUTRICIONISTA

Guatemala, octubre 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a saint, likely St. Charles, holding a book. Above the figure is a crown. The seal is surrounded by a circular border containing the Latin text "ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CETERAS".

**Determinación del factor de conversión de peso y volumen
de papa, sometida a métodos de cocción húmedos y fritura**

Informe de Tesis

Presentado por

Claudia Lisseth Zuleta Azmitia

Para optar al Título de

NUTRICIONISTA

Guatemala, octubre 2012



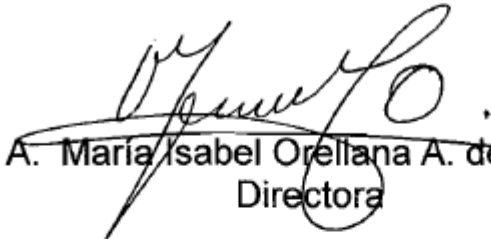
Claudia Lisseth Zuleta Azmitia
Autora



M.A. Carmen Geraldina Velásquez de Cerón
Asesora



Lda. M. A. Ninfa Aldina Méndez Navas
Asesora



Lda. M. A. María Isabel Orellana A. de Mazariegos
Directora



Ph.D. Oscar Manuel Cobar Pinto
Decano

JUNTA DIRECTIVA

Oscar Cóbar Pinto, Ph. D.	Decano
Lic. Pablo Ernesto Oliva Soto, M.A.	Secretario
Licda. Liliana Vides de Urizar	Vocal I
Dr. Sergio Alejandro Gálvez Sanchinelli	Vocal II
Lic. Luis Antonio Gálvez Sanchinelli	Vocal III
Br. Fausto René Beber García	Vocal IV
Br. Carlos Francisco Porras López	Vocal V

DEDICATORIA

A Dios

Por su infinita misericordia, permitiéndome llegar a la culminación de una meta.

A mis padres Sara y Victor Hugo

Por ser el pilar de mi vida, por su incondicional apoyo, amor y motivación constante permitiéndome ser la persona que soy.

A mi hermano Victor Hugo

Por todo el apoyo y amor incondicional.

A mi hijo Javier Alejandro

Por ser el motor que me hace luchar siempre; para ser un ejemplo en su vida.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento muy especial a mis padres, hermano e hijo por el apoyo, comprensión, paciencia y ánimo incondicional brindado.

Mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial a las Licenciadas Geraldina Velásquez y Ninfa Méndez, asesoras de esta tesis.

A Leonel Caal por toda su ayuda y apoyo en el desarrollo de este trabajo.

A mis amigas Alejandra, Kimberly y Leslie mi extensiva gratitud por ser más que unas compañeras.

A todos ellos, muchas gracias.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
ANTECEDENTES.....	3
1.1. Factor de Conversión.....	3
1.2. Preparación de Alimentos.....	9
1.3. Modificaciones producidas por la cocción.....	16
1.4. Papa.....	21
CAPÍTULO II.....	30
JUSTIFICACIÓN.....	30
CAPÍTULO III.....	31
OBJETIVOS.....	31
3.1. General.....	31
3.2. Específicos.....	31
CAPÍTULO IV.....	32
HIPÓTESIS.....	32
	33

CAPÍTULO V.....	
MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
4.1. Muestra.....	33
4.2. Tipo y diseño de estudio.....	33
4.3. Materiales y Equipo.....	33
4.4. Metodología.....	34
CAPÍTULO VI.....	40
RESULTADOS.....	40
CAPÍTULO VII.....	46
DISCUSIÓN.....	46
CAPÍTULO VIII.....	49
CONCLUSIONES.....	49
CAPÍTULO IX.....	50
RECOMENDACIONES.....	50
CAPÍTULO X.....	51
REFERENCIAS.....	51
CAPÍTULO XI.....	54
ANEXOS.....	54

RESUMEN

La papa es un alimento fuente de energía consumido por el 77.9% de la población guatemalteca, tiene la versatilidad de combinarse con otros alimentos. El trabajo realizado tuvo como objetivo determinar el factor de conversión de peso y volumen de la papa a través de métodos de cocción húmedos (presión y ebullición) y un método seco (fritura).

La metodología incluyó un cuestionario para determinar variedad de papa empleada mayoritariamente por la población; siendo esta Loman. Además se identificó la técnica utilizada durante la cocción de papa a través de ebullición como método de cocción. La muestra estuvo constituida por una arroba de papa variedad Loman. Se realizó una prueba piloto para determinar condiciones que posteriormente se emplearon de manera estándar durante la parte experimental; incluyendo: tiempo de cocción, volumen de agua o aceite y temperatura de cocción.

La parte experimental incluyó 24 réplicas para cada tratamiento; 72 en total, utilizando cuatro onzas de papa variedad Loman por cada réplica.

Los resultados obtenidos para factor de conversión de peso se analizaron a través de dos pruebas estadísticas. La primera de ellas fue análisis de varianza encontrando diferencia significativa entre los tratamientos empleados ($p < 0.0001$), complementando con análisis de la mínima diferencia de Fisher –AMD–, con la cual se confirmó diferencia entre los métodos fritura – ebullición y fritura – presión ($p < 0.05$). Con ello se estableció 0.9656 como factor de conversión de peso para métodos húmedos (ebullición y presión) y 2.5351 para método seco (fritura).

El factor de conversión de volumen se analizó estadísticamente utilizando únicamente el análisis de varianza encontrando que no existe diferencia

significativa entre los métodos de cocción ($p > 0.05$), por lo cual independientemente del método de cocción el factor es 1.022.

INTRODUCCIÓN

Los alimentos durante todo el proceso de transformación para consumo, desde su higiene hasta la aplicación de tratamientos térmicos, sufren modificaciones tanto organolépticas como en peso y volumen; siendo estas dos últimas importantes en la calidad y cantidad de nutrientes que aporta el alimento por unidad de peso.

Todo cálculo de cantidad de nutrientes que ingiere una persona debe realizarse utilizando datos de peso del alimento en cocido; sin embargo esto la mayoría de las veces resulta difícil de estimar ya que las tablas que se tienen de referencia brindan valores en peso del alimento en crudo.

Una manera adecuada para realizar cálculos más exactos es a través del uso de factores de conversión de alimentos los cuales permiten calcular el peso del alimento de crudo a cocido o viceversa, sin embargo aun cuando se trate de un mismo alimento dicho factor puede ser diferente dependiendo del método de cocción utilizado en la preparación del mismo.

Desde hace varios años, se han realizado determinaciones de factores de conversión en diversos alimentos; dentro de los que se incluyen vegetales verdes, frijol negro, carne de res, pollo, pastas y carne de cerdo.

Si bien ya se cuentan con factores de conversión para varios alimentos de consumo frecuente, no existe aun para algún tubérculo, razón por la cual se consideró importante determinar el mismo; considerando que por diferentes razones es un alimento ampliamente consumido por la población guatemalteca.

Teniendo en cuenta lo anterior se determinó el factor de conversión de la papa; a través de ebullición, presión y fritura, considerando que son los tratamientos térmicos de uso frecuente.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1. *Factor de Conversión*

Valor que relaciona cantidades de un alimento crudo con cantidades del mismo en cocido. Es igual para cada alimento en las mismas condiciones y varía según preparaciones o alimentos (García, 1983; Menchú, 1971).

El factor de conversión se puede definir como resultado de dividir una cantidad neta de alimento en crudo entre la cantidad de alimento después de su preparación (Menchú, 1971).

1.1.1. **Métodos para determinar el factor de conversión**

Los pasos para obtener el factor de conversión son:

- a) Toma de peso y volumen del alimento en crudo.
- b) Cocinar según la forma de cocción común (hervido, frito, asado, etc.).
- c) Registro del tiempo y método de cocción.
- d) Se espera un tiempo aproximado de cinco minutos y se vuelve a tomar peso y volumen del alimento a evaluar (OPS, 2004).

$$\text{Factor de conversión (X)} = \frac{\text{Cantidad de alimento en crudo (peso neto)}}{\text{Cantidad de alimento en cocido}}$$

1.1.2. Aplicación de los cálculos

El factor de conversión se puede usar para convertir un alimento cocido a crudo o viceversa, utilizándolo de la siguiente forma:

- a) Al convertir el alimento de cocido a crudo se tiene que multiplicar por el factor de conversión.

$$\text{Alimento crudo} = \text{Alimento cocido} \times \text{factor de conversión}$$

- b) Al convertir de crudo a cocido se tiene que dividir la cantidad del alimento en crudo entre el factor de conversión (Menchú, 197; OPS, 2004).

$$\text{Alimento cocido} = \frac{\text{Alimento crudo}}{\text{Factor de conversión}}$$

1.1.3. Estudios relacionados

Durante los años de 1965 a 1967, el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá –INCAP-, realizó varios estudios con el objetivo de analizar los efectos de diferentes métodos de ebullición, asado y fritura sobre algunos alimentos incluidos arroz, carne de cerdo, carne de res, frijol, lentejas y pastas. Los resultados proporcionaron un factor de conversión promedio por alimento y método de cocción.

Para obtener los factores de conversión de cada uno de los alimentos se siguió la misma metodología, la cual consistió en tomar el peso de los alimentos crudos a examinar; se les entregó a madres de familia para prepararlos y posteriormente se determinó el cambio de peso; realizando por último un

promedio. La realización del estudio anterior no contó con ningún control que permitiera minimizar errores (Menchú, 1971).

Cuadro 1
Factor de conversión de pastas, arroz, carnes, frijol
y lentejas con métodos de asado, cocido y frituras

Alimento	Factor de conversión
Arroz cocido	0.45
Arroz frito (Guatemala, Salvador)	0.30
Arroz frito (Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá)	0.42
Carne de cerdo asada o cocida	1.64
Carne de res asada	1.90
Carne de cerdo frita	1.40
Carne de res cocida	1.72
Carne de res frita	1.59
Frijol cocido	0.28
Frijol frito	0.20
Lenteja cocida	0.30
Pastas cocidas	0.44

Fuente: (Menchú, 1971)

En 1983, García determinó el factor de conversión de peso y volumen de crudo y cocido, en vegetales verdes en varios tiempos y métodos de cocción.

Cuadro 2
Factor de conversión de vegetales verdes (acelga y berro)
con varios tiempos y métodos de cocción

Alimento	Factor de conversión
Ebullición con ½ taza de agua, 5 minutos de cocción	2.44
Ebullición con ½ taza de agua, 10 minutos de cocción	
Vapor 5 y 10 minutos de cocción	3.81
	3.81

Fuente: (García, 1983)

En 1989, Méndez de Oliva analizó el efecto de diferentes métodos y tipos de preparación sobre el cambio de peso y volumen de frijol negro.

Cuadro 3
Factor de conversión en diferentes métodos y tiempos de preparación
sobre peso y volumen de frijol negro

Alimento	Factor de conversión peso	Factor de conversión volumen
Cocido en olla abierta	0.4450	0.3808
Cocido en olla de presión	0.5060	0.4369
Licuado con 1 taza de agua y 125 gramos de frijol crudo	0.2570	0.3377
Licuado con 1.25 taza de agua y 125 gramos de frijol crudo	0.2325	0.2981
Volteado	0.3940	0.4690

Fuente: (Méndez, 1989)

En 1989, Montenegro analizó el efecto de la forma y marca de las pastas sobre los factores de conversión.

Cuadro 4
Factor de conversión de peso y volumen en
diferentes pastas alimenticias

Alimento	Factor de conversión peso	Factor de conversión volumen
Dependiendo de la clase	0.44	0.62
	0.37	0.93
	0.28	1.50

Fuente: (Montenegro, 1989)

En el año de 1992, Mendoza estudió el efecto de diferentes tiempos y medios de preparación sobre tres diferentes cortes de carne de res.

Cuadro 5
Factor de conversión de peso en tres diferentes
preparaciones de carne de res

Alimento	Factor de conversión
Asado 10 minutos	1.636
Asado 16 minutos	1.844
Ebullición 40 minutos	1.918
Fritura 10 minutos	1.601
Fritura 16 minutos	1.767

Fuente: (Mendoza, 1992)

Ese mismo año, Godínez determinó el factor de conversión en distintas piezas de pollo.

Cuadro 6
Factor de conversión de peso para piezas de pollo
según métodos de preparación

Alimento	Factor de conversión
Pechuga o pierna de pollo frita u horneada	
Muslo de pollo	1.64
Piezas fritas u horneadas	1.86
Piezas cocidas	1.87
	1.40

Fuente: (Godínez, 1992)

En el año de 1995, Galindo determinó el factor de conversión para carne de cerdo.

Cuadro 7
Factor de conversión de peso para cortes de chuleta
y posta de cerdo según métodos de preparación

Alimento	Factor de conversión
Chuleta frita	2.229
Posta ebullición	1.938
Posta frita	1.699

Fuente: (Galindo, 1995)

1.2. Preparación de alimentos

Los alimentos se procesan a través de una serie de tratamientos; aun cuando estos pueden introducir cambios en el valor nutricional de los alimentos; con la finalidad de poder alcanzar ciertos objetivos que incluyen:

- a) Satisfacer las necesidades de los consumidores en aspectos relacionados con salubridad, seguridad, palatabilidad y comodidad.
- b) Eliminar el riesgo de transmisión de enfermedades asociadas a la presencia de microorganismos en productos crudos.
- c) Mejorar sus características organolépticas, haciéndolos más agradables al paladar.
- d) Aumentar su vida útil.
- e) Facilitar su digestibilidad, a través de desnaturalización de proteínas, hidratando gránulos de almidón, etcétera.
- f) Eliminar factores presentes en las materias primas que actúan como agentes antinutritivos.

Sin embargo estos tratamientos pueden introducir cambios en el valor nutricional de los alimentos. (Gil, 2010; Salas, 2008):

1.2.1. Preparación previa

Se le denomina preparación previa de los alimentos a todos los procedimientos a los cuales se someten los alimentos antes de proceder a su cocción. Comprende los siguientes aspectos:

- a) Selección de las partes: Consiste en eliminar las partes no comestibles, difícilmente digeribles o que no se desean comer. En algunos casos también se

eliminan sustancias nocivas un ejemplo de ello es la solanina una sustancia tóxica presente en la zona próxima a la piel de tomate y papa.

En algunos alimentos de origen vegetal, las hojas o capas exteriores acostumbran a tener una mayor concentración de nutrientes, de allí que la selección de las partes produzca una pérdida significativa de los mismos (Salas-Salvadó, 2008).

b) Troceado: Se considera una de las etapas básicas más importantes, siendo su finalidad principal:

- Obtener trozos listos para el consumo.
- Acortar el tiempo de cocción.
- Presentación agradable en el caso de cortes especiales (Gil, 2010).

En esta etapa también se puede producir una pérdida de nutrientes. La fragmentación de los alimentos facilita su cocción posterior, pero expone el contenido celular al exterior y aumenta la superficie de intercambio con el medio, facilitando la alteración de los alimentos. Las pérdidas de nutrientes ocasionadas por su solubilización en el agua utilizada (vitaminas hidrosolubles y minerales) y las producidas por cambios químicos inducidos (destrucción de vitaminas) se minimizan si se reduce la fragmentación de los alimentos antes de la limpieza y se evita exposición a factores que inducen pérdidas nutricionales (Salas-Salvadó, 2008).

1.2.2. Preparación final

Una vez concluidas las preparaciones previas del alimento, está listo para ser sometido a cualquier método de cocción.

Todos los procesos culinarios implican la aplicación de calor (cocción). Operación que transforma física y químicamente el aspecto, textura, composición y valor nutricional de los alimentos por acción del calor; con objeto de mejorar sus características organolépticas (INCAP, 2007; Astiasarán 2000).

De acuerdo con Astiasarán (2000) existen tres formas de transferencia de calor:

- a) Conducción: la energía se transfiere por contacto directo con la fuente de calor.
- b) Convección: la energía se transfiere por medio de fluidos.
- c) Radiación: los tratamientos culinarios se realizan por radiación térmica; una fuente de calor emite partículas que han absorbido energía que pasan al objeto (bajo fuego).

Según los cambios físicos que ocurren durante la cocción, los métodos se clasifican en (Astiasarán, 2000; Gil, 2010):

- a) Expansión: se produce un intercambio entre alimento y medio de cocción. Desarrollado a partir de agua fría, permite el intercambio de jugos, nutrientes, sabores con el líquido de cocción.
- b) Concentración: los nutrientes permanecen en el interior de los alimentos cuando se cocinan. Al alcanzar los alimentos temperaturas elevadas, las proteínas se coagulan en la superficie, formando una capa protectora que impide la salida de jugo y que se intercambie cualquier nutriente o sabor.

c) Mixta: combinación de los fenómenos anteriores, comenzando por la expansión y terminando por la concentración.

De acuerdo con Gil (2010) la cocción de los alimentos, también se puede clasificar por dos procesos básicos de cocción:

1.2.2.1. Cocción húmeda: incluye toda una serie de prácticas por la cual los alimentos son sumergidos en agua y se mantienen tiempos variables a una temperatura cercana o igual a la de evaporación del fluido. Dentro de este grupo se incluyen:

a) Ebullición: cocción que se efectúa con líquidos a temperatura aproximada de 100°C (temperatura de ebullición del agua). Los alimentos se cubren con agua y el calor va subiendo hasta alcanzar la temperatura (Gil, 2010).

Durante la ebullición hay pérdidas de nutrimentos hidrosolubles y termolábiles; dentro de los cuales se incluyen tiamina, niacina, riboflavina, ácido ascórbico, sales minerales, azúcares y algunas proteínas ya sea por solubilidad en agua o por efecto del calor. Por ello Marín (2008) recomienda tomar en cuenta:

- Tiempo de cocción: a mayor tiempo de exposición del alimento al agua caliente mayor disolución de los nutrientes hidrosolubles.
- Volumen de agua: a mayor cantidad mayor pérdida de nutrientes.
- Tamaño del troceado: a menor tamaño mayor pérdida.

b) Cocción a Presión: se efectúa a temperaturas aproximadas de 120°C. En este tipo de cocción, el vapor se retiene en la olla gracias a una tapadera que se cierra herméticamente, formando así una presión mayor que es regulada por una válvula.

La ventaja que ofrece este método es que el tiempo utilizado para la cocción es menor, aproximadamente 1/3 del tiempo normal y, puesto que sólo se requiere una pequeña cantidad de líquido, las vitaminas hidrosolubles se conservan en los alimentos (Gil, 2010).

c) Baño María: método de cocción de alimentos cuya principal característica es mantener constante la temperatura del alimento.

El recipiente que contiene el alimento se introduce en otro recipiente más grande que contiene agua caliente. Se utiliza un calentador doble y el calor se transmite indirectamente al alimento lo cual permite que la temperatura de este permanezca constante.

Este es un método lento, pero muy utilizado en preparaciones que requieren homogeneidad, ya que evita una coagulación rápida de proteínas e impide que los alimentos se tuesten; pero resulta muy lento para preparar alimentos que contienen almidón. Muy utilizado en preparación de salsas, gelatinas, sopas en leche, algunos postres entre otros (Marín, 2008; Gil, 2010).

d) Cocción a Vapor: se efectúa por medio del vapor a 100°C, colocando los alimentos sobre una especie de rejilla encima de agua en ebullición y el vapor producido es transmitido a los alimentos. Los alimentos no entran en contacto con el agua, sino que se cuecen con el vapor producido por el agua hirviendo.

Este es un método lento, porque requiere mayor tiempo de cocción que otros métodos, pero es recomendable porque se conservan muy bien nutrientes hidrosolubles, con excepción de la vitamina C (Gil, 2010; Marín, 2008).

No todos los alimentos son propios para cocerse por este método, pero puede utilizarse en papas peladas o con su piel, elotes, arroz, camote, zanahorias,

pescados poco grasos, algunas carnes ya preparadas las cuales deben envolverse previamente para que no pierdan su grasa y jugos (Martínez, 2004).

e) Escalfado o Pochar: cocción que se efectúa en un líquido entre 75 y 98°C. Se suelen escalfar alimentos con estructuras blandas, como por ejemplo, pastas, jamones, huevos (Gil, 2010).

f) Estofado: cocción que se efectúa con poco líquido a unos 100°C y generalmente se añade algo de grasa. La cantidad de líquido puede ser añadida o proceder del mismo alimento.

Es apropiado para carnes o diferentes hortalizas sobre todo aquellas que contienen mucho líquido como son champiñones, berenjenas, calabacitas. Se saltean en un sartén con grasa y luego se tapan para terminar su cocción en su jugo en un recipiente bien tapado (Gil, 2010; Martínez, 2004).

g) Cocción a fuego lento: método de cocción en líquidos que se encuentran en el punto de ebullición del agua o un poco debajo de éste pero a mayor temperatura que el escalfado.

Cuando se utiliza este método, la pérdida de nutrientes hidrosolubles es mayor quedando en el líquido de cocción. El caso de la vitamina C; la pérdida es especialmente notoria al cocinar frutas, legumbres y verduras debido al aumento en el tiempo de cocción.

Se recomienda para carnes duras y en trozos grandes, pues este método ejerce efecto suavizante sobre las proteínas de la carne. En alimentos vegetales ablanda la celulosa (Rodríguez, 2008).

1.2.2.2. Cocción Seca: excluyen al agua como medio de inmersión del alimento, pero la pérdida de vitaminas y minerales se produce a través de la liberación de los jugos de los alimentos. En general en estos métodos, los alimentos se someten a temperaturas más altas que en los métodos húmedos. Entre los métodos de cocción seca se incluyen (Rodríguez, 2008; Salas- Salvadó, 2008):

a) Fritura: método de cocción de alimentos en abundante grasa a temperatura entre 150 y 180°C. El tiempo de cocción es corto, ya que el calor afecta muy pronto al aceite y lo calienta rápidamente, debido a la baja actividad del agua, las pérdidas por lixiviación de nutrientes son muy escasas en comparación con métodos húmedos. Sin embargo el medio de fritura está sujeto a cambios en su composición, lo que determina la aparición de sustancias oxidadas, algunas de las cuales pueden llegar a ser tóxicas, sustancias que se incorporan en mayor o menor grado a los fritos determinando su valor nutricional final.

La operación de freír siempre debe hacerse a temperatura muy alta para evitar que los alimentos absorban demasiada grasa y se ablanden demasiado, ya que una fritura siempre debe ser seca, crujiente dorada (Gil, 2010).

La fritura puede realizarse por dos procedimientos:

- Inmersión profunda: Inmersión del alimento en gran cantidad de grasa caliente, en un recipiente hondo. Ejemplo de ello son las papas fritas o pollo frito.
- Inmersión superficial: Se da por contacto del alimento con poca grasa, en un recipiente poco profundo con la variante que el alimento se debe mover constantemente con el fin de obtener un cocimiento homogéneo (Marín, 2008).

b) Horneado: método de cocción en el cual los alimentos se cuecen por conducción del calor desde sus partes externas hacia su interior. Durante su

aplicación especialmente en la corteza de los alimentos, se producen pérdidas de proteínas por reacción de Maillard¹ y de vitaminas termolábiles, pero también la desnaturalización de proteínas aumenta su digestibilidad y en algunos productos de panadería se eliminan ciertos antinutrientes y aumentan los contenidos de vitaminas del complejo B por efecto de la fermentación con levaduras (Marín, 2008; Gil, 2010).

c) Asado: método de cocción en el cual los alimentos son expuestos al calor del fuego o brasas con el objetivo de cocinarlos lentamente. Durante el asado, el aire que rodea al fuego alcanza temperaturas muy elevadas que producen la cocción del alimento formando una capa en la superficie del mismo que impide la salida de sustancias nutritivas (Gil, 2010).

1.3. Modificaciones producidas por la cocción

La cocción de los alimentos se ha relacionado con efectos negativos que incluyen la pérdida de algunos nutrientes, sin embargo también trae consigo efectos beneficiosos.

La aplicación de calor destruye factores antinutritivos de naturaleza proteica que se encuentran de forma natural en algunas sustancias; por ejemplo:

a) Antitripsinas de las leguminosas, que son termolábiles y forman complejos con la tripsina pancreática, disminuyendo la digestión proteica. Su destrucción aumentará el valor nutritivo de las proteínas.

¹ Conjunto de reacciones químicas que se producen entre aminoácidos e hidratos de carbono, como consecuencia de aplicar altas temperaturas a algunos alimentos dándoles una caramelización

b) Solanina, una neurotoxina presente en las papas que, si se consume en pequeñas cantidades, no resulta peligrosa pero que con el tratamiento térmico se conduce su destrucción.

c) Inactivación de mucoproteínas como lo es la avidina presente en la clara de huevo crudo (Astiasarán, 2000).

El calor aumenta la digestibilidad de los alimentos, incrementando su biodisponibilidad. Por lo tanto la transferencia de calor que implica el cocinado de los alimentos produce las siguientes modificaciones:

1.3.1. Modificaciones físicas

Incluyen cambios en color, sabor, olor, volumen, peso y consistencia, variables responsables de los cambios en propiedades sensoriales.

a) Color: el cocinado puede modificar el color original de los alimentos, dependiendo de su naturaleza (animal o vegetal), su composición química y método de cocción empleado, tiempo de exposición al calor. En el caso de los vegetales depende de la naturaleza de sus pigmentos, del grado de acidez del medio de cocinado (pH), acción de ciertas enzimas presentes en sus tejidos. La clorofila (pigmento verde) da un tono amarillo cuando las verduras se cocinan tapadas durante mucho tiempo. Los flavonoides (pigmentos amarillos) se vuelven más claros en medio ácido y más oscuros en medio básico. Las antocianinas (pigmento azul-rojo) enrojecen en medio ácido (pH 2 a 4) y se vuelven púrpura o violeta en medio básico. Los taninos son responsables del pardeamiento u oscurecimiento de ciertas frutas y legumbres cortadas.

b) Olor, aroma y flavor: el desarrollo del “flavor” se debe a una combinación de productos de degradación térmica de azúcares, aminoácidos y nucleótidos, así como los productos resultantes de la reacción de Maillard y oxidación de lípidos.

c) Sabor: depende de la técnica de cocción utilizada ya que algunas refuerzan o atenúan el gusto de los alimentos. Ciertos compuestos solubles en agua migran por acción del calor, bien hacia el interior del alimento (concentración), o bien hacia el exterior (expansión).

Por el contrario aromas ajenos al alimento, pasan al interior del alimento. Estos intercambios, en uno u otro sentido, se deben a fenómenos de difusión o de ósmosis.

De igual forma la dextrinización y caramelización del almidón y azúcares provoca la aparición de compuestos con sabores característicos. Las grasas también aportan sabor a los alimentos (Astiasarán, 2000; Mataix, 2005).

1.3.1. Modificaciones químicas

Son cambios originados en los nutrientes de los alimentos:

a) Cambios en las proteínas: la aplicación de calor suave puede provocar la desnaturalización de las proteínas, lo que tiende a aumentar su valor nutricional porque su susceptibilidad al ataque enzimático se ve aumentada, al mismo tiempo que se destruyen factores antinutritivos. Con temperaturas más elevadas y mantenidas, la desnaturalización alcanzada provoca cambios moleculares con repercusiones nutricionales bien conocidas, por ejemplo la condensación entre los grupos ϵ -NH₂ de la lisina y los carboxilos del ácido glutámico y aspártico da lugar al isopéptido ϵ -(γ -glutamil)-lisina, que es causa de pérdida nutricional, ya que no se hidroliza en el intestino (Astiasarán 2000; Gil, 2010).

b) Cambios en los lípidos: la aplicación de calor produce una degradación lipídica que se puede originar a tres niveles:

- Formación de compuestos desagradables, la oxidación de ácidos grasos conlleva pérdida del carácter esencial y aparición de ciertos productos (radicales, peróxidos, compuestos carbonílicos, etc.) que pueden poseer ciertos efectos desfavorables sobre los caracteres organolépticos incluida la rancidez.
- Posible generación de compuestos tóxicos, los tratamientos térmicos intensos además de la oxidación, pueden dar lugar a la formación de monómeros cíclicos, dímeros y polímeros algunos con efectos tóxicos o bien a la aparición de sustancias que interaccionan con otros nutrientes modificando su valor nutritivo.
- Variación del valor nutritivo, pueden producirse cambios en el contenido lipídico de los alimentos. Algunos pueden ganar grasa y así aumentar su valor energético y posiblemente también el contenido de ácidos grasos esenciales y vitaminas liposolubles, otros pueden perder grasa durante el proceso de cocinado (Astiasarán, 2000; Gil, 2010).

Los lípidos funden a temperaturas variables en función de los triglicéridos presentes, abandonando parcialmente el alimento que los contiene. Los triglicéridos de los aceites a temperaturas mayores de 180°C, o menos si se utilizan de forma repetida, se hidrolizan y a partir de la glicerina se forma acroleína una sustancia de sabor desagradable que por interacción con grupos tiol genera productos de reacción con actividad mutagénica, teratógena y cancerígena (Mataix, 2005).

c) Cambios en los hidratos de carbono: los tratamientos tecnológicos aplicados a los alimentos tienen un efecto variable sobre los hidratos de carbono. Las reacciones más estudiadas refieren a la degradación de los azúcares y a sus

reordenamientos posteriores e interacciones con otros compuestos como proteínas y lípidos.

La reacción de Maillard produce combinaciones de azúcares reductores con aminoácidos que conducen a una disminución de la disponibilidad y también a desaminación y, por tanto, a pérdida del carácter esencial de algunos aminoácidos. La reacción de Maillard puede reducir el valor nutritivo y posiblemente la seguridad del producto.

Por otra parte, los almidones de los alimentos por acción del agua y del calor sufren un proceso de gelatinización y de retrodegradación que tiene gran importancia nutricional, ya que facilita la digestión de los hidratos de carbono complejos (Astiasarán, 2000; Gil, 2010)

d) Cambios en las sales minerales: cabe decir que estos nutrientes son por lo general muy estables frente a la mayor parte de los tratamientos térmicos, debiendo destacarse las pérdidas producidas por la solubilización en el agua empleada (Astiasarán, 2000)

e) Cambios en las vitaminas: en general son estructuras químicas sensibles a factores como temperatura, oxígeno, radiaciones, pH. Existen pérdidas en todos los procesos de higienización, almacenamiento, distribución, comercialización, cocción. Las vitaminas hidrosolubles (vitaminas del complejo B y vitamina C) pueden perderse durante el cocinado, principalmente por disolución en el agua empleada para la elaboración.

Las vitaminas A, tiamina, C, B₁₂, folatos son muy sensibles a diferentes agentes externos como oxígeno, pH, radiación ultravioleta y temperatura (Astiasarán 2000; Gil, 2010).

El siguiente cuadro muestra la estabilidad de las vitaminas frente a diversos factores, así como su pérdida máxima por cocción (Astiasarán, 2000).

Cuadro 8
Estabilidad de las vitaminas

Vitamina	pH < 7	pH > 7	Aire	Luz	Calor	Máx. pérdida por cocción (%)
A	I	E	I	I	I	40
D	-	I	I	I	I	40
E	E	E	I	I	I	55
K	I	I	E	I	E	5
C	E	I	I	I	I	100
Tiamina	E	I	I	E	I	80
B ₂	E	I	E	I	I	75
B ₆	E	E	E	I	I	40
Niacina	E	E	E	E	E	75
PP	I	I	E	E	I	50
B ₁₂	E	E	I	I	E	10
Folatos	I	E	I	I	I	100

E = Estable I = Inestable

Fuente: (Astiasarán, 2000)

1.4 *Papa*

Es una planta que pertenece a la familia de las Solanáceas, originaria de América del sur, específicamente del Perú, y que poco a poco ha ido cobrando importancia de acuerdo a las necesidades de la alimentación de los países, a tal

grado que en la actualidad se cultiva en casi todo el mundo, especialmente en América Central, El Caribe y Sur América.

Su nombre científico es *Solanum tuberosum*. Por su ciclo de cultivo se clasifica como una planta anual, aunque puede comportarse vegetativamente como perenne en el campo. Se caracteriza por tener tres tipos diferentes de tallos: los tallos propiamente dichos que forman las ramas o parte aérea de la planta, los estolones que son tallos subterráneos de crecimiento horizontal y los tubérculos que se forman en el extremo de los estolones.

Los tubérculos son tallos agrandados, de formas y colores diferentes según las variedades, las cuales forman también frutos aéreos o bayas carnosas con numerosas semillas pequeñas fértiles (Chávez, 2005).

1.4.1. Cultivo de papa en Guatemala

En Guatemala se tienen registros de su cultivo en el departamento de Quetzaltenango hacia el año 1771 (IFPRI, 2007).

Actualmente tiene gran relevancia porque genera empleo, especialmente para las familias rurales que se dedican a su producción, dinamiza la economía local, constituye un elemento importante de la seguridad alimentaria y nutricional (SAN), por lo que se le considera un tesoro en las áreas donde se produce. En el altiplano marquense es una de las principales actividades agrícolas y económicas que se lleva a cabo en su mayoría por pequeños productores, especialmente población indígena del altiplano noroccidental del país donde es parte de su dieta básica. Según el IV Censo Agropecuario 2002/2003, la mayor cantidad de plantaciones de papa, está concentrada en el altiplano occidental del país, conformado en su orden de prioridad por los departamentos de: Huehuetenango

(32%), Quetzaltenango (23%), San Marcos (21%), Guatemala (5%) y Sololá (4%), los cuales concentran en su conjunto un 86% de la producción nacional. Los principales departamentos productores de papa son colindantes y se localizan en la región occidental del país, cuyas cosechas han sido tradicionalmente orientadas al abastecimiento del mercado nacional y centroamericano (MAGA, 2010; MAGA, 2008; IFPRI, 2007).

1.4.2. Clasificación

En Guatemala existen diversas variedades de papa, pero las que más se cultivan son: Loman, Tollocan y Atzimba, en climas relativamente fríos y a una altura que oscila entre los 2000 y 2600 metros sobre el nivel del mar. En regiones como los Cuchumatanes (San Juan Ixcoy y Todos Santos) el cultivo de la papa es su principal actividad. En otras regiones se han ido incorporando las hortalizas (IFPRI, 2007).

En el año de 1978 el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola –ICTA–, empezó a formar parte del Programa Regional Cooperativo de Papa –PRECODEPA– y es por medio de ellos que se han realizado introducciones de variedades y clones de papa, que provienen del Centro Internacional de la Papa, CIP en Perú y del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, INIFAP en México.

El ICTA cuenta con variedades que han sido seleccionadas por diversos propósitos. El Cuadro 9 muestra 8 variedades de papa y en cada una sus características y usos obtenidas en la estación experimental del ICTA, Labor Ovalle, Olinstepeque, Quetzaltenango y la comunidad Chichim, Todos Santos, Huehuetenango (ICTA, 2002).

El uso potencial de cada variedad de papa se resume de la siguiente forma^{*2}:

- a) Fritura casera, ensaladas, proceso para enlatado.
- b) Fritura casera, ensaladas, papas hervidas y enlatado.
- c) Papas hervidas, puré, buena para papalinas y enlatado.
- d) Horneado, papalinas, papas fritas a la francesa. Algunos cultivares tienden a descascararse al hervir.

^{*2} Se muestra en la siguiente página, Cuadro No. 9

Cuadro 9
Características de diferentes variedades de papa

Variedad	Color de piel	Color de pulpa	Forma	Rendimiento (t/ha)	Peso específico (g/cc)	Porcentaje sólidos (%)	Porcentaje de almidón (%)	Textura	Uso potencial *
Atlantic	Crema	Blanca	Oblonga	20 - 30	1.088	21.4	15.8	Harinosa, Seca	d
Atzimba	Crema	Crema	Oblonga	30 – 35	1.066	16.7	10.9	Pastosa	b
Floresta	Blanca	Blanca	Oblonga	30 – 50	1.075	18.6	13.0	Cerosa	c
ICTAChiquirichapa	Amarilla	Amarilla	Oblonga alargada	25 – 35	1.079	19.5	13.7	Cerosa	c
ICTAFrit	Blanca	Blanca	Oblonga alargada	20 – 30	1.069	17.3	11.6	Pastosa	b
ICTA-Mercedes	Blanca	Blanca	Oblonga	25 – 35	1.062	15.8	10.2	Muy pastosa / Pastosa	a y b
Loman	Crema	Crema	Oblonga alargada	20 – 30	1.076	18.8	13.2	Cerosa	c
Tollocan	Crema	Crema	Oblonga	25 – 35	1.073	18.2	12.6	Cerosa	c

*2 Página anterior

Fuente: (ICTA, 2002)

1.4.3. Información Nutricional

La composición nutricional de la papa según la Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica se muestra en el Cuadro 10.

Cuadro 10
Composición Nutricional de la Papa cruda con cáscara
en 100 gramos de alimento

Agua	79.34 %
Energía	77 Kilocalorías
Proteína	2.02 gramos
Grasa total	0.09 gramos
Carbohidratos	17.47 gramos
Fibra dietética total	2.20 gramos
Calcio	12 miligramos
Fósforo	57 miligramos
Vitamina C	20 miligramos
Potasio	421 miligramos
Sodio	6 miligramos
Magnesio	23 miligramos

Fuente: (INCAP, 2007)

Según el Instituto de Cooperación para la Agricultura IICA la composición química de la papa se encuentra de la siguiente manera:

- a) Carbohidratos con un contenido alimenticio de 22.30 gramos por unidad de papa que incluyen celulosa, glucosa, almidón, sacarosa y pectinas. Los almidones de la papa son amilasa y amilo pectina en proporción de 1:3.

b) Proteínas con un contenido alimenticio de 2.10 gramos por unidad de papa. El tubérculo de papa contiene 1 a 2 % de Nitrógeno total en el producto seco; de este nitrógeno 1/2 ó 1/3 está presente como proteína (N x 6.25). Estas proteínas de la papa poseen un valor biológico superior que el de la mayoría de las otras fuentes vegetales. Su alto contenido de lisina hace de la proteína de la papa un complemento muy valioso para las dietas con base en cereales que generalmente son bajas en aminoácidos

c) La papa se constituye en una excelente fuente de vitamina C, siendo a la vez regular en niacina y tiamina, pero baja en vitamina A, así como en riboflavina.

d) Los valores en el contenido de fibra que contienen las variedades de papa van desde 1 a un 10%, con un valor normal aproximado de 2 a 4% de materia seca. Se puede incluir como fibra lo siguiente: fibra cruda, celulosa, hemicelulosa y sustancias pépticas.

e) El contenido de grasa de la papa es muy bajo y llega al 0.1 % del peso fresco.

f) Alcaloides; los glicoalcaloides solanina y chaconina en dosis bajas son considerados constituyentes normales del tubérculo de papa. El alza de glicoalcaloides a 20 miligramos por 100 gramos de peso fresco por exposición al sol hace que el tubérculo de papa sea amargo e inapropiado para el consumo.

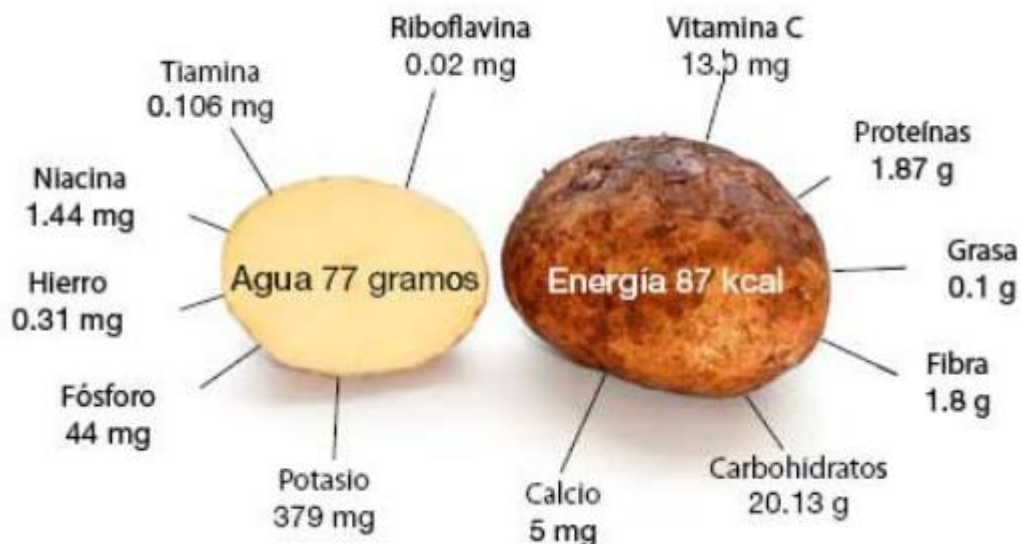
g) En el tubérculo de papa se encuentran los siguientes minerales: potasio, sodio, magnesio, calcio, hierro, fósforo, azufre, silicio, aluminio, manganeso, cloro y otros; todos en muy pequeñas cantidades (Montaldo, 1984).

Según Franco y colaboradores, una papa de tamaño mediano (aproximadamente 70 gramos) contiene alrededor de la mitad de los requerimientos diarios de vitamina C; los requerimientos en varones adultos son

de 90 mg/día y en mujeres adultas de 75 mg/día. Sin embargo la vitamina C, es la vitamina más termolábil y también la que más fácilmente pasa al agua de cocción. Raíces y tubérculos hervidos con piel pueden perder entre 20 y 30% de dicha vitamina, mientras que si se pelan antes de hervirlos; la pérdida puede llegar hasta un 40% (MAGA, 2010; Wardlaw, 2005; FAO, 1991).

Swaminathan y Gangwar en 1961 estimaron que entre el 10 y 21% de la pérdida se debe a lixiviación hacia el agua de cocción, y el resto por pérdida a la destrucción del calor. Además determinaron que las papas con piel, cocidas al horno pierden aproximadamente la misma cantidad de vitamina C; mientras que la preparación de papas fritas a la inglesa (papalinas) es ligeramente mejor en términos de retención de vitamina C (FAO, 1991).

Figura No. 1
Valor Nutritivo por 100 gramos de papa hervida y pelada antes del consumo



Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos,
Base de datos Nacional de Nutrientes

1.4.4. Usos en alimentación y nutrición

La papa es una buena fuente de energía y tiene una gran capacidad para combinarse con otros alimentos, lo que permite y da lugar a platos muy variados y apetitosos. Estos pueden resultar muy completos cuando se acompañan de legumbres o carnes para completar las proteínas necesarias para una alimentación adecuada.

Gracias a las cualidades y nutrientes que contiene, la papa es un alimento energético que puede darse a los niños y niñas a partir de los seis meses de vida, es decir cuando empiezan su alimentación complementaria (MAGA, 2010).

Así mismo de la papa se puede obtener una harina, la cual se utiliza en la fabricación de pan y como espesante de sopas deshidratadas, en salsas y alimentos para niños pequeños (FAO, 1991).

1.4.5. Consumo de papa en Guatemala

Estudios realizados por el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP–, indican que el 77.9% de la población guatemalteca consume papa regularmente, siendo en la región del altiplano occidental donde el consumo es mayor, con un valor aproximado de 29 g/día (FAO, 1991).

Según el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA–, la variedad Loman es la que se prefiere para consumo en fresco, además de ser un producto que se consume en todos los sectores socioeconómicos. El consumidor final de papa fresca compra a intermediarios minoristas, incluidos supermercados y mercados (MAGA, 2008).

CAPÍTULO II

JUSTIFICACIÓN

La papa es un tubérculo que se encuentra dentro de los cultivos alimenticios de importancia en la canasta básica, además se encuentra entre las plantas alimenticias que proporcionan un complemento de energía debido a su contenido de carbohidratos, es fuente de proteínas de alto valor biológico y una excelente fuente de vitamina C.

Teniendo en cuenta el alto valor nutricional de la papa unido a ser un alimento de alta disponibilidad y acceso se consideró importante determinar el factor de conversión para este alimento ya que las tablas de composición de alimentos proporcionan información del alimento en crudo; es decir no toman en cuenta el cambio de peso y volumen que sufre la papa posterior a cualquier tratamiento culinario.

Se consideró importante determinar el factor de conversión para la papa bajo condiciones controladas que permitan obtener datos confiables; así mismo determinarlo en los métodos de cocción más comunes; los cuales incluyen ebullición, presión y fritura, considerando que esta última es una de las preparaciones más frecuentes utilizadas por la población guatemalteca.

CAPÍTULO III

OBJETIVOS

3.1. General

Determinar el factor de conversión de peso y volumen de la papa a través de dos métodos de cocción húmedos (ebullición y presión) y un método seco (fritura).

3.2. Específicos

3.2.1 Establecer el factor de conversión de peso y volumen de papa utilizando ebullición.

3.2.2 Calcular el factor de conversión de peso y volumen de papa a través de cocción a presión.

3.2.3 Establecer el factor de conversión de peso y volumen de papa utilizando fritura.

3.2.4 Comparar el efecto producido por los tres métodos de cocción sobre el peso y volumen de la papa.

CAPÍTULO IV

HIPÓTESIS

El peso y volumen de la papa presentan diferencias respecto al método de cocción utilizado, medido a través del factor de conversión.

CAPÍTULO V

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Muestra

La muestra estuvo constituida por una arroba de papa, realizando 24 réplicas de cuatro onzas cada una por cada método de cocción.

4.2. Tipo y diseño de estudio

Estudio transversal con diseño experimental al azar

4.3. Materiales y equipo

4.3.1. Instrumentos

Para la recolección y análisis de datos se utilizaron los siguientes instrumentos:

- a) Cuestionario “Técnicas utilizadas para cocción de papa”; el cual incluyó siete preguntas cerradas (Anexo No. 1)
- b) Formulario “Registro de peso y volumen de papa sometida a métodos de cocción húmeda y fritura”, en el mismo se anotó peso y volumen de papa de cada réplica realizada. Se utilizó uno por método de cocción (Anexo No. 2)

4.3.2. Equipo de trabajo

- a) Humano
 - Investigadora / entrevistadora
 - Dos asesoras

- Consumidores y vendedores de verduras de Central de Mayoreo CENMA / entrevistados

b) Equipo

- Balanza dietética marca Camry modelo EK-3250 con capacidad de cinco kilogramos
- Estufa eléctrica de cuatro hornillas
- Una olla de acero inoxidable con capacidad de dos litros
- Una olla de presión con capacidad de tres litros
- Un juego de tazas medidoras
- Un escurridor de plástico
- Una tabla de picar
- Un pelador
- Una paleta de madera
- Termómetro

c) Institucionales

Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia Escuela de Nutrición. Universidad de San Carlos de Guatemala.

4.4. Metodología

4.4.1. Diseño de instrumentos de recolección de datos

Los formularios se elaboraron en base a los objetivos del estudio.

El Cuestionario “Técnicas utilizadas para cocción de papa” (Anexo 1), se incluyeron siete preguntas. Las primeras tres se formularon con el fin de determinar que variedad de papa es la más utilizada por consumidores y

vendedores de la Central de Mayoreo CENMA. Las siguientes tres preguntas se relacionaron con la técnica utilizada en cocción de papas a través de ebullición, y la última pretendía identificar que variedad de papa es la preferida por los consumidores.

El Formulario de registro de datos de peso y volumen de papa sometida a métodos de cocción húmeda y fritura (Anexo 2), incluyó una tabla de 8 x 24 con el fin de poder visualizar los resultados obtenidos de las 24 réplicas realizadas en el estudio. Por cada réplica se incluyó peso y volumen neto inicial, peso y volumen cocido, finalmente factor de conversión de peso y volumen.

4.4.2 Selección de la muestra

Para identificar la variedad de papa a utilizar se aplicó el cuestionario “Técnicas utilizadas para cocción de papa” a 50 personas vendedores y consumidores de Central de Mayoreo CENMA. Se utilizó la variedad que obtuvo mayor número de respuestas.

Una vez identificada la variedad de papa, se compró en CENMA una arroba de papa variedad Loman, el mismo día que fueron preparadas tomando en cuenta los criterios de frescura adecuados. El puesto de venta donde se adquirieron las papas se escogió al azar.

4.4.3 Diseño experimental

- a) Unidad experimental. Por cada réplica se utilizaron cuatro onzas de papa variedad Loman.
- b) Factores a considerar

- Tipo de papa: se utilizó la variedad Loman previamente identificada por medio del cuestionario “Técnicas utilizadas para cocción de papa”, como la variedad de papa mayoritariamente consumida por la población entrevistada.
 - Tiempo, temperatura, volumen de agua o aceite: en los tres métodos de cocción se determinaron a través de una prueba piloto. Esta se realizó en el laboratorio de alimentos como paso previo al proceso experimental utilizando dos volúmenes diferentes de agua o aceite con dos tiempos diferentes. Una vez determinadas las condiciones, se realizó una segunda prueba de verificación.
 - Método de cocción: se utilizaron tres métodos de cocción (ebullición, presión y fritura).
 - Forma de cocción: en método de ebullición la técnica empleada se determinó a través del cuestionario “Técnicas utilizadas para cocción de papa”.
- c) Diseño; fue totalmente al azar para ello se formaron 72 grupos de papas de cuatro onzas cada uno (24 para cada tratamiento térmico), asignando al azar a qué grupo de tratamiento pertenecían, posteriormente se realizó la recolección de datos.
- d) Número de unidades experimentales; para establecer el número de réplicas realizadas por tratamiento (ebullición, presión, fritura) se aplicó la siguiente fórmula estadística (Walpole, 2004):

$$n_j = \frac{2NC^2 \sigma^2}{\Delta^2}$$

Donde:

n_j = número de réplicas a realizar por tratamiento

NC = nivel de confianza

σ^2 = varianza

Δ = límite de error

Por tratarse de una prueba de hipótesis, se conjugaron las probabilidades α y β ; donde:

α = Probabilidad de rechazar la hipótesis nula (H_0) verdadera

β = Probabilidad de aceptar H_0 falsa

Para determinar NC se utilizó:

$\alpha = 0.05$ siendo $Z_{1-\alpha/2} = 2.38$

$\beta = 0.15$ siendo $Z_{1-\beta} = 1.037$

Con ello se obtuvo $NC = 3.417$

Como la variabilidad (σ^2) no se conoce, para fines del cálculo de réplicas y poder regular el límite de error (Δ), se planteó la siguiente igualdad:

$\sigma = \Delta$, donde Δ es la distancia mínima entre dos grupos (promedio) a partir de la cual se pueden considerar diferentes.

Finalmente para determinar el número de réplicas a realizar se utilizó la siguiente fórmula:

$$n_j = 2NC^2 = 2 (3.417)^2 = 24$$

Con ello se estableció que se necesitan 24 réplicas por cada método de cocción a realizar.

4.4.4 Recolección de datos

Previo a la recolección de datos se establecieron tres códigos correspondientes cada uno a un método de cocción a evaluar; asignando el código 207 al método ebullición, 187 al de presión y 165 al de fritura. Con el fin de minimizar errores se elaboró una tabla que determinó el orden a seguir en las réplicas a través de sorteo al azar.

Para cada réplica se utilizó cuatro onzas de papa Loman; con volumen de agua o aceite y tiempo constante; determinado a través de la prueba piloto.

Para cada réplica se obtuvo peso y volumen neto de la papa antes y después de aplicar el tratamiento térmico.

Para la aplicación de los tres métodos de cocción se realizaron los siguientes pasos:

- a) Lavado y pelado de cada muestra
- b) División en cuadros de 2 x 2 centímetros aproximadamente; para métodos húmedos y de tiras de 1 centímetro de ancho; para fritura
- c) Toma de peso y volumen neto
- d) Someter el alimento a cocción, determinando condiciones como: Métodos de cocción, cantidad y condiciones de alimento, volumen de agua o aceite, temperatura, tiempo de cocción, tipo de recipiente, condiciones de cocción.
- e) Escurrir el alimento durante cinco minutos en forma horizontal
- f) Toma de peso y volumen
- g) Calcular factor de conversión de peso y volumen

4.4.5 Procesamiento de la información

Los resultados se tabularon y analizaron por método de cocción a través de un análisis de varianza de una vía para poder probar hipótesis nula, es decir:

$$H_0 = \mu_{\text{ebullición}} = \mu_{\text{presión}} = \mu_{\text{fritura}}; \text{ donde}$$

μ = promedio poblacional.

La hipótesis nula H_0 se aceptó para el factor de volumen pero en el caso del factor de peso se rechazó, por lo tanto para peso se realizó una prueba post-ANDEVA, denominada prueba de la mínima diferencia significativa de Fisher (Walpole, 2004).

CAPITULO VI

RESULTADOS

6.1. Entrevistas

Previo a la etapa experimental del estudio, se entrevistó a 50 personas incluyendo vendedores y consumidores de la Central de Mayoreo CENMA con el fin de determinar la variedad de papa más utilizada y la técnica de cocción empleada en método de ebullición. Para ello se utilizó el cuestionario “Técnicas utilizadas para cocción de papa”; obteniendo los siguientes resultados:

El 86% de los entrevistados manifestó que existe diferencia entre la textura de las variedades de papa Loman y Mercedes.

El 92% utiliza la variedad Loman para cocer y el 60% la utiliza para freír. Únicamente el 20% utiliza la variedad Mercedes para fritura.

73% de las personas colocan las papas en el agua desde un inicio, mientras que el 27% restante lo hace cuando el agua ya esta hirviendo.

El 65% tapa la olla pero no completamente desde el inicio, el 31% la tapa completamente y el 4% restante utiliza la olla abierta durante todo el proceso.

84% de las personas entrevistadas utiliza la cantidad de agua necesaria para cubrir las papas y solo el 16% deja la mitad de las papas sin cubrir.

El 94% (47 personas) prefieren la variedad Loman sobre la variedad Mercedes.

6.2. Prueba piloto

El Cuadro 11, muestra las condiciones utilizadas en las dos pruebas piloto incluyendo volumen de agua o aceite, tiempo y temperatura. Una vez concluidas

de determinó que la las condiciones de la primera eran más adecuadas, realizando una última prueba de confirmación únicamente con las condiciones de la misma.

Cuadro 11
Condiciones de volumen, temperatura y tiempo utilizadas
en las pruebas piloto en los tres métodos de cocción,
Guatemala mayo 2011

Método de cocción	Prueba piloto 1			Prueba piloto 2		
	Volumen de agua o aceite	Temperatura	Tiempo (minutos)	Volumen de agua o aceite	Temperatura	Tiempo (minutos)
Ebullición	1 taza	95	10	1 ½ taza	112	15
Presión	2 tazas	110	8	1 taza	118	10
Fritura	¾ taza	149	7	1 taza	180	10

*Tomada al momento de abrir la olla sin haber dejado correr agua sobre ella.

Fuente: Datos experimentales

6.3. Parte experimental

La tabla 1 muestra el análisis de varianza de factores de conversión de peso el cual indica que hay diferencia significativa entre los tratamientos con una probabilidad ($p < 0.0001$). Con ello se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Tabla 1
Análisis de varianza de factores de conversión de peso para
papa Loman en los tres métodos de cocción, Guatemala mayo 2011

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Desviación estándar
Ebullición	24	23.3513043	0.97297101	0.01821400
Presión	24	22.9972963	0.95822068	0.02474307
Fritura	24	60.8420666	2.53508611	0.27820492

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	39.4154059	2	19.70770294	754.680015	1.2653E-47	3.129643983
Dentro de los grupos	1.801865	69	0.026113985			
Total	41.2172709	71				

Fuente: Datos experimentales

La tabla 2 muestra el análisis de mínima diferencia de Fisher para factor de peso en los diferentes métodos de cocción. Existe diferencia entre los tratamientos Fritura – Ebullición y Fritura – Presión con una probabilidad ($p < 0.05$). En el caso de Ebullición – Presión no hay diferencia ($p > 0.05$).

Tabla 2
Análisis de diferencia significativa mínima –MSD- de factores de
conversión de peso para papa Loman, Guatemala mayo 2011

PROMEDIO FACTOR DE CONVERSIÓN POR MÉTODO DE COCCIÓN	
Ebullición	0.972971011
Presión	0.958220679
Fritura	2.535086109
$MSD = t_{1-\frac{\alpha}{2}, g_{error}} \sqrt{\frac{2S^2}{n}}$ <p>S² = CMEror, Cuadrados medios del Error. Para t: (0.05, 69) = 1.9949 obtenido de una Tabla T Student. S² = CMEror = 0.026113985 n = 24</p> $MSD = 1.9949 \sqrt{\frac{2 \times 0.026113985}{24}} = \underline{\underline{0.09306}}$	
DIFERENCIA ENTRE MEDIAS	
Ebullición – Presión	0.014750332
Ebullición – Fritura	1.562115098
Presión – Fritura	1.57686543

Fuente: Datos experimentales

La tabla 3 muestra el análisis de varianza para el factor de volumen con un 95% de confianza, indicando que no hay diferencia significativa entre los tratamientos ($p > 0.05$). Con ello se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Tabla 3
Análisis de varianza de factores de conversión de volumen para
papa Loman en los tres métodos de cocción, Guatemala mayo 2011

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Desviación estándar
Ebullición	24	26.4524766	1.10218652	0.03023607
Presión	24	26.2382865	1.09326194	0.00166222
Fritura	24	26.6666667	1.11111111	2.2681E-16

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.00382312	2	0.001911558	2.22580645	0.11567713	3.129643983
Dentro de los grupos	0.0592583	69	0.000858816			
Total	0.06308142	71				

Fuente: Datos experimentales

En la tabla 4 se observa que el factor de conversión de peso para papa Loman en ebullición y presión es 0.9656 y para fritura es 2.5351. En volumen el factor de conversión es el mismo para los tres métodos 1.1022.

Tabla 4
Factores de conversión de peso y volumen de papa Loman
para métodos de cocción ebullición, presión y fritura, Guatemala mayo 2011

Método de cocción	Factor de conversión de peso	Factor de conversión de volumen
Ebullición con 1 taza de agua y 10 minutos	0.9730	1.1022
Presión con 2 tazas de agua y 8 minutos	0.9582	1.0933
Fritura con $\frac{3}{4}$ taza de aceite y 7 minutos	2.5351	1.1111

Fuente: Datos experimentales

La tabla 5 muestra que la pérdida de agua en el método de ebullición es un 37.5% mayor comparado con presión. En el caso del aceite el volumen se mantiene constante después de realizar la fritura.

Tabla 5
Porcentaje de pérdida de líquido
a través de la cocción, según tratamiento utilizado

Método de cocción	Volumen inicial de agua o aceite	Volumen final de agua o aceite	% de pérdida de líquido
Ebullición	1 taza	$\frac{1}{2}$ taza	50
Presión	2 tazas	1 $\frac{3}{4}$ taza	12.5
Fritura	$\frac{3}{4}$ taza	$\frac{3}{4}$ taza	0

Fuente: Datos experimentales

CAPITULO VII

DISCUSIÓN

En Guatemala existen diversas variedades de papa, la cuales difieren en aspectos que incluyen forma, color, rendimiento, textura entre otros (Gil, 2010). En la encuesta realizada se manifestó la preferencia de la variedad Loman la cual ha sido reportada también por el –MAGA– como la preferida para consumo en fresco, además de ser un producto que se consume en todos los sectores socioeconómicos (MAGA, 2008).

Dentro de las razones que pueden considerarse motivo de preferencia se pueden mencionar la disponibilidad con la cual esta se encuentra en mercados y/o supermercados, características que incluyen textura y sabor de la misma; así como la diversidad de usos potenciales que tiene dicha variedad dentro de los cuales se incluyen papas hervidas, puré, papalinas y enlatado (Gil, 2010).

Todos los procesos culinarios implican la aplicación de calor (cocción) y por ende transformación física y química del aspecto, textura, composición y valor nutricional de los alimentos; por acción del calor; con objeto de mejorar sus características organolépticas (INCAP, 2007; Astiasarán, 2000). En el método de ebullición la técnica utilizada por las personas puede variar principalmente por motivos de ahorro de gas y tiempo.

La prueba piloto (Cuadro 11) determinó las condiciones utilizadas posteriormente en la parte experimental ya que con ello se estandarizó volúmenes, temperaturas y tiempos utilizados en cada réplica. Para ello se tomó en cuenta las modificaciones físicas de la papa después de someterla a tratamientos térmicos; dentro de las cuales se incluyen modificaciones en color,

sabor, olor, volumen, peso y consistencia; variables responsables de los cambios en propiedades sensoriales (Astiasarán, 2000; Mataix, 2005).

En la parte experimental del estudio la toma de peso y volumen, control de tiempo, temperatura y volumen de agua o aceite estandarizados, fueron los factores que determinaron los resultados obtenidos.

En cuanto a factor de peso se pudo establecer a través de análisis de varianza y análisis de la diferencia significativa mínima (DSM) que si existe diferencia en el factor de fritura – ebullición y fritura – presión ($p < 0.05$); mientras que en ebullición – presión no existe diferencia ($p > 0.05$) (Tabla 1 y 2). La diferencia se debe a que en este método hay pérdida de peso en promedio de un 40%; ello se debe a la pérdida de agua que sufre la papa durante el tratamiento térmico (INCAP, 2007).

En los métodos de ebullición y presión la papa ganó peso en promedio tres y cuatro por ciento respectivamente; es decir que a diferencia de la fritura que sufrió deshidratación, en ebullición y presión la papa sufrió hidratación. Aún cuando la ganancia de peso en los métodos húmedos no difiere mucho, si existe diferencia una diferencia de dos minutos en el tiempo utilizado durante la cocción, siendo menor en el método de presión; con esa reducción de tiempo se permite conservar en mayor porcentaje las vitaminas hidrosolubles; las cuales se pierden principalmente por disolución en el agua empleada para la cocción siendo mayor su pérdida a medida que aumenta el tiempo de cocción (Mataix, 2005).

Respecto al método de fritura una de las principales ventajas que presenta comparado con los métodos húmedos es la menor pérdida de nutrientes por lixiviación considerando que el tiempo de exposición es más corto, la temperatura es mayor y la baja actividad del agua (Marín, 2008; Salas-Salvadó, 2008).

A diferencia del factor de conversión de peso; en el caso del volumen aplicando análisis de varianza de un factor, no existe diferencia significativa entre los tres métodos de cocción ($p > 0.05$) (Tabla 3). Únicamente hubo cambios físicos (modificación de la consistencia) sin alterar el volumen final de la papa.

En la Tabla 4 se puede observar el promedio de los factores de peso y volumen según método de cocción. En peso el valor más alto lo tienen las papas fritas; con lo cual se puede inferir que la papa sufre mayor cambio en peso al utilizar fritura, mientras que al utilizar métodos húmedos el cambio es mínimo. En el caso del factor de volumen, la disminución es similar independientemente del método.

Por último en la Tabla 5 se observa en los métodos húmedos que el porcentaje de pérdida de agua difiere en un 37.5%, esto probablemente se debe a la evaporación que se manifiesta en un método abierto como lo es la ebullición. Caso contrario ocurre en el método de presión en el cual por ser cerrado la pérdida de agua es mínima, además de permitir conservar mayor cantidad de nutrientes debido a que se necesita menor tiempo de cocción, lo cual se hace notorio en la coloración final del agua utilizada; que se mostró más transparente en presión; mientras que en ebullición se presentó más opaca y densa.

En el método fritura los alimentos absorben grasa (Gil, 2010) la cual se puede visualizar en el alimento. Teniendo en cuenta lo anterior se hubiese esperado que el volumen de aceite disminuyera; sin embargo este se mantuvo constante sin ningún cambio, esto pudo deberse a que el agua perdida por la papa no se evaporó completamente sino que parte de ella se trasladó al aceite. Impidiendo observar reducción en volumen de aceite.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES

1. El factor de conversión de peso para métodos húmedos (ebullición y presión) es 0.9656, no existiendo diferencia significativa entre ambos según la prueba de Fisher con un nivel de confianza del 95%.
2. Para el método de cocción tipo fritura, el factor de conversión de peso es 2.5351.
3. Independientemente del método de cocción utilizado, el factor de conversión de volumen es 1.022; dado que el análisis de varianza no muestra diferencia significativa con un nivel de confianza de 95%.
4. Dados los resultados obtenidos en los factores de conversión de peso y volumen, se acepta la hipótesis nula H_0 para factor de conversión de volumen y se rechaza para factor de peso.

CAPÍTULO IX

RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos en el presente estudio, se recomienda:

1. Divulgar los factores de conversión de peso y volumen de papa, obtenidos en el presente trabajo de investigación por la importancia que representan en los cálculos de valor nutritivo.
2. Utilizar los factores de conversión determinados en este estudio en cálculos dietéticos para poder obtener resultados más certeros.
3. Realizar estudios de factores de conversión utilizando otras variedades de papa y métodos de cocción, para poder comparar resultados y efectos en los cálculos de valor nutritivo que puedan tener alguna incidencia en la dieta.

CAPÍTULO X

REFERENCIAS

1. Astiasarán, I. y Martínez, J. (2000). *Alimentos Composición y Propiedades*. (2^{da} ed.). España: McGraw-Hill Interamericano. pp. 317 - 326
2. Chávez, I. (2005). *Comparación de dos programas de fertilización en el cultivo de la papa (Solanum tuberosum) en el Municipio de Sololá, Sololá* (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala.
3. FAO. (1991). *Raíces, Tubérculos, Papas y Bananas en la Nutrición Humana*. Roma: "Autor"
4. Galindo, L. (1995). *Determinación del Factor de Conversión de Peso en Carne de Cerdo* (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala.
5. García, C. (1983). *Determinación del Factor de Conversión de Peso y Volumen de crudo a cocido y viceversa, en Vegetales Verdes* (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala.
6. Gil, A. (2010). *Técnicas Culinarias*. Madrid: Editorial Akal. pp. 13 - 20
7. Gil, A. (2010). *Tratado de Nutrición: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos*. (2^{da} ed.). Madrid: Editorial Médica Panamericana. pp. 657 - 664
8. Godínez, M. (1992). *Determinación de la Constante de Conversión de peso, de crudo a cocido y viceversa, de distintas piezas de pollo* (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala.
9. ICTA. (2002). *Catálogo de Variedades de Papa*. Guatemala: "Autor". pp. 1 - 22

10. IFPRI. (2007). *Análisis de cadenas de valor de pequeños productores, potencialmente afectados por el CAFTA en Guatemala*. International Food Policy Research Institute. Guatemala: "Autor". (s.p.)
11. INCAP. (2007). *Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica* . (2^{da} ed.). Guatemala: INCAP/OPS. p. 37
12. MAGA. (2008a). *Solanum tuberosum. Programa de Apoyo a los Agronegocios Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación*. Guatemala: "Autor".
13. MAGA. (2010b). *Recetario de Platillos Tradicionales del Altiplano Marquense. La Papa Un alimento con tradición, nutrición y sabor*. Guatemala: MAGA/FAO
14. Marín, Z. (2008). *Elementos de Nutrición Humana*. Costa Rica: Editorial EUNED. pp. 276 - 285
15. Martínez, G., González, M. y Torre, M. (2004). *Iniciación en las Técnicas Culinarias*. (2^{da} ed.). México: Editorial Limusa. pp. 115 - 122
16. Mataix, J. (2005). *Nutrición para Educadores*. (2^{da} ed.). Madrid: Editorial Díaz de Santos. pp. 655 - 658
17. Menchú, M. (1971). *Valor Nutritivo de los Alimentos para Centro América y Panamá*. Guatemala: INCAP. pp. 1 - 5
18. Méndez, H. (1989). *Determinación del Factor de Conversión de Peso y Volumen, de crudo a cocido y viceversa, en Frijol Negro* (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala.

19. Mendoza, J. (1992). *Determinación del Factor de Conversión de Peso y Volumen, de crudo a cocido y viceversa, en tres cortes de Carne de Res* . (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala.
20. Montaldo, A. (1984). *Cultivo y mejoramiento de la Papa*. San José, Costa Rica: Montgomery, Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura. p. 676
21. Montenegro, E. (1989). *Determinación del Factor de Conversión de peso y volumen de crudo a cocido y viceversa de Pastas Alimenticias* (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala.
22. Organización Panamericana de la Salud –OPS-. (2004). *ProPAN: Proceso para la Promoción de la Alimentación del Niño*. Washington, DC: OPS/EMORY/INSP/IIN. pp. 115 - 124
23. Salas-Salvadó, J. y Bonada, A. (2008). *Nutrición y Dietética Clínica*. Barcelona, España: ELSEVIER/MASSON. pp. 645 - 648
24. Walpole, R., Myers, R. y Myers, S. (2004). *Probabilidad y Estadística*. (6^{ta} ed.). México: McGraw-Hill / Interamericana. pp. 198 - 240
25. Wardlaw, G. (2005). *Perspectivas en Nutrición*. (6^{ta} ed.). México: McGraw-Hill / Interamericana. pp. 435 - 436

CAPÍTULO XI

ANEXOS

Anexo 1: Cuestionario

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
ESCUELA DE NUTRICIÓN

Cuestionario

“Técnicas utilizadas para cocción de papa”

La información del presente cuestionario se empleará para la realización de la tesis: Determinación del factor de conversión de peso y volumen de papa, sometida a métodos de cocción húmedos y fritura. Al realizar las entrevistas se utilizarán dos variedades de papa: Loman (1) y Mercedes (2).

Subrayar de acuerdo a las respuestas obtenidas.

1. Existe diferencia en la textura entre las dos variedades de papa.

Si *No*

2. ¿Cuál de las 2 variedades de papa utiliza para cocer?

1 *2*

3. ¿Qué variedad utiliza para freír?

1 *2*

4. Cuando cuece papa: ¿en qué momento coloca las papas en agua?

Desde el inicio

Cuando el agua está caliente pero no hirviendo

Cuando el agua empieza a hervir

Cuando el agua ya está hirviendo

Otro: (especificar) _____

5. ¿Cuándo cuece papas?

Utiliza olla abierta (sin tapadera)

Tapa completamente la olla después de colocar las papas

Tapa la olla después de colocar las papas pero no completamente

Utiliza al inicio de la cocción, olla abierta y después tapada

Utiliza al inicio de la cocción, olla tapada y después olla abierta

Otro (especificar) _____

6. ¿Qué cantidad de agua ocupa cuando cuece papas? (Anotar de acuerdo a respuesta)

7. ¿Cuál de estas 2 papas prefiere?

1

2

Anexo 2: Formulario “Registro de peso y volumen de papa sometida a métodos de cocción húmeda y fritura”

Método de cocción: _____

No. de réplica	Peso crudo neto (gramos)	Peso cocido (gramos)	Factor de conversión peso	Volumen crudo neto (tazas)	Volumen cocido (tazas)	Factor de conversión volumen
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						

Anexo 3: Esquema del orden utilizado en el diseño experimental

No. Rpt	Método
1	F
2	P
3	E
4	F
5	P
6	F
7	P
8	F
9	E
10	P
11	F
12	E
13	F
14	P
15	E
16	F
17	P
18	F
19	F
20	F
21	E
22	E
23	F
24	F

No. Rpt	Método
25	E
26	E
27	P
28	E
29	E
30	E
31	F
32	P
33	F
34	P
35	E
36	P
37	P
38	F
39	E
40	P
41	E
42	E
43	P
44	P
45	P
46	F
47	E
48	E

No. Rpt	Método
49	P
50	F
51	F
52	P
53	E
54	E
55	E
56	F
57	F
58	E
59	F
60	P
61	P
62	F
63	F
64	E
65	F
66	P
67	P
68	P
69	E
70	E
71	P
72	P

Rpt = Repetición

E = Ebullición P = Presión

F = Fritura

Anexo 4: “Registro de peso y volumen de papa sometida a ebullición”

No. de réplica	Peso crudo neto (gramos)	Peso cocido (gramos)	Factor de conversión peso	Volumen crudo neto (tazas)	Volumen cocido (tazas)	Factor de conversión volumen
1	4.00	4.20	0.95238095	5/6	3/4	1.111111111
2	4.00	4.10	0.97560976	5/6	3/4	1.111111111
3	4.00	4.05	0.98765432	5/6	3/4	1.111111111
4	4.00	4.10	0.97560976	5/6	3/4	1.111111111
5	4.00	4.00	1	5/6	3/4	1.111111111
6	4.00	4.15	0.96385542	5/6	3/4	1.111111111
7	4.00	4.20	0.95238095	5/6	3/4	1.111111111
8	4.00	4.05	0.98765432	5/6	3/4	1.111111111
9	4.00	4.20	0.95238095	5/6	3/4	1.111111111
10	4.00	4.15	0.96385542	5/6	5/6	1.004016064
11	4.00	4.10	0.97560976	5/6	3/4	1.111111111
12	4.00	4.00	1	5/6	3/4	1.111111111
13	4.00	4.20	0.95238095	5/6	3/4	1.111111111
14	4.00	4.25	0.94117647	5/6	3/4	1.111111111
15	4.00	4.00	1	5/6	3/4	1.111111111
16	4.00	4.05	0.98765432	5/6	3/4	1.111111111
17	4.00	4.10	0.97560976	5/6	5/6	1.004016064
18	4.00	4.10	0.97560976	5/6	3/4	1.111111111
19	4.00	4.15	0.96385542	5/6	3/4	1.111111111
20	4.00	4.20	0.95238095	5/6	3/4	1.111111111
21	4.00	4.20	0.95238095	5/6	3/4	1.111111111
22	4.00	4.05	0.98765432	5/6	3/4	1.111111111
23	4.00	4.00	1	5/6	3/4	1.111111111
24	4.00	4.10	0.97560976	5/6	3/4	1.111111111

Fuente: Datos experimentales

Anexo 5: “Registro de peso y volumen de papa sometida a presión”

No. de réplica	Peso crudo neto (gramos)	Peso cocido (gramos)	Factor de conversión peso	Volumen crudo neto (tazas)	Volumen cocido (tazas)	Factor de conversión volumen
1	4.00	4.20	2.15	5/6	¾	1.11111111
2	4.00	4.15	1.50	5/6	¾	1.11111111
3	4.00	4.20	1.60	5/6	¾	1.11111111
4	4.00	4.10	1.55	5/6	¾	1.11111111
5	4.00	4.00	1.50	5/6	¾	1.11111111
6	4.00	4.10	1.70	5/6	5/6	1.00401606
7	4.00	4.05	1.50	5/6	5/6	1.00401606
8	4.00	4.35	1.40	5/6	¾	1.11111111
9	4.00	4.20	1.40	5/6	¾	1.11111111
10	4.00	4.30	1.60	5/6	¾	1.11111111
11	4.00	4.20	1.20	5/6	¾	1.11111111
12	4.00	4.40	1.35	5/6	¾	1.11111111
13	4.00	4.30	1.70	5/6	¾	1.11111111
14	4.00	4.15	1.60	5/6	¾	1.11111111
15	4.00	4.30	1.65	5/6	5/6	1.00401606
16	4.00	4.05	1.70	5/6	¾	1.11111111
17	4.00	4.30	1.60	5/6	¾	1.11111111
18	4.00	4.10	1.60	5/6	¾	1.11111111
19	4.00	4.10	1.65	5/6	¾	1.11111111
20	4.00	4.00	1.65	5/6	¾	1.11111111
21	4.00	4.20	1.60	5/6	¾	1.11111111
22	4.00	4.10	1.70	5/6	¾	1.11111111
23	4.00	4.20	1.70	5/6	5/6	1.00401606
24	4.00	4.20	1.70	5/6	¾	1.11111111

Fuente: Datos experimentales

Anexo 6: “Registro de peso y volumen de papa sometida a fritura”

No. de réplica	Peso crudo neto (gramos)	Peso cocido (gramos)	Factor de conversión peso	Volumen crudo neto (tazas)	Volumen cocido (tazas)	Factor de conversión volumen
1	4.00	2.15	1.86046512	5/6	¾	1.11111111
2	4.00	1.50	2.66666667	5/6	¾	1.11111111
3	4.00	1.60	2.5	5/6	¾	1.11111111
4	4.00	1.55	2.58064516	5/6	¾	1.11111111
5	4.00	1.50	2.66666667	5/6	¾	1.11111111
6	4.00	1.70	2.35294118	5/6	¾	1.11111111
7	4.00	1.50	2.66666667	5/6	¾	1.11111111
8	4.00	1.40	2.85714286	5/6	¾	1.11111111
9	4.00	1.40	2.85714286	5/6	¾	1.11111111
10	4.00	1.60	2.5	5/6	¾	1.11111111
11	4.00	1.20	3.33333333	5/6	¾	1.11111111
12	4.00	1.35	2.96296296	5/6	¾	1.11111111
13	4.00	1.70	2.35294118	5/6	¾	1.11111111
14	4.00	1.60	2.5	5/6	¾	1.11111111
15	4.00	1.65	2.42424242	5/6	¾	1.11111111
16	4.00	1.70	2.35294118	5/6	¾	1.11111111
17	4.00	1.60	2.5	5/6	¾	1.11111111
18	4.00	1.60	2.5	5/6	¾	1.11111111
19	4.00	1.65	2.42424242	5/6	¾	1.11111111
20	4.00	1.65	2.42424242	5/6	¾	1.11111111
21	4.00	1.60	2.5	5/6	¾	1.11111111
22	4.00	1.70	2.35294118	5/6	¾	1.11111111
23	4.00	1.70	2.35294118	5/6	¾	1.11111111
24	4.00	1.70	2.35294118	5/6	¾	1.11111111

Fuente: Datos experimentales