

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de CCQQ y Farmacia

**ACTUALIZACION DE LA COMPOSICION PROXIMAL
DEL PAN DE CONSUMO POPULAR EN GUATEMALA**

Informe de Tesis

Presentado por:

Ricardo Antonio González Morales

Guatemala, septiembre 2004

JUNTA DIRECTIVA

M.Sc. Gerardo Leonel Arroyo Catalán	Decano
Licda. Janette Sandoval Madrid de Cardona	Secretaria
Licda. Gloria Elizabeth Navas Escobedo	Vocal I
Lic. Juan Francisco Pérez Sabino	Vocal II
Dr. Federico Adolfo Richter Martínez	Vocal III
Br. Carlos Enrique Serrano	Vocal IV
Br. Claudia Lucía Roca Berreondo	Vocal V

Acto que dedico a:

- Dios: Por ser mi luz y mi guía
- Mis padres: Rosalina y Antonio, quienes han dedicado su vida para hacer de mí un hombre de bien.
- Mi Esposa: Rossy, por ser la ayuda idónea que Dios ha puesto en mi vida
- Mi Hijo: José Carlos, por ser el regalo perfecto que Dios me ha dado.
- Mis Hermanos: Por compartir tantos momentos felices y por todo el apoyo brindado.
- Mis Abuelitos: Por todo su amor y ternura.
- Mis Suegros y cuñados: Por su cariño, confianza y apoyo incondicional.
- Mi Familia: Por darme fuerzas cada día para seguir adelante.
- Mis Amigos: Por acompañarme con alegría y cariño en este caminar.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de San Carlos de Guatemala y a la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, por ser mi centro de formación profesional.

A mis Catedráticos por su entrega, apoyo y dedicación en su labor educativa.

Al Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá por abrirme las puerta para la realización de este proyecto de Investigación.

A la Licda. Mónica Guamuch, Licda. María Teresa Menchú y al Dr. Omar Dary por su asesoría y su apoyo incondicional en la elaboración de este trabajo de tesis.

INDICE

	Pág.
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN	2
III. ANTECEDENTES	3
A. Tablas de Composición de Alimentos	3
1. Métodos de Compilación de base de datos de la composición	
de alimentos	4
a. Método Directo	4
b. Método Indirecto	4
c. Método Combinado	4
2. Tipos de Bases de Datos de Composición de Alimentos	5
a. Nacional	5
b. Regional	5
3. Requisitos de los Valores sobre Composición de Alimentos	6
4. Usos de los datos de composición de alimentos	7
B. Análisis Proximal	10
1. Preparación de la muestra	10
2. Humedad	10
3. Ceniza	12
4. Grasa Cruda	12
5. Proteína Cruda	14
6. Fibra Cruda	16
7. Carbohidratos Totales	16
C. Muestreo	17
1. Muestreo de Alimentos	18
a. Muestreo al Azar	18

b. Muestreo Selectivo	18
c. Muestreo Objetivo	19
2. Número y tamaño de las unidades de muestreo	19
a. Número	20
b. Tamaño de la muestra	20
3. Colección, manejo y transporte de las muestras	20
a. Recolección regional o de áreas remotas	21
b. Recolecciones locales	21
c. Etiquetado	21
D. Pan	22
IV. JUSTIFICACIÓN	23
V. OBJETIVOS	24
VI. HIPÓTESIS	25
VII. MATERIALES Y METODOS	26
A. Universo	26
B. Unidad de Muestreo	26
C. Muestra	26
D. Diseño del Muestreo	26
E. Cálculo Teórico de la Composición Proximal del Pan	27
F. Metodologías Analíticas	28
G. Verificación de los parámetros de Validación de los métodos del análisis proximal	29
H. Recursos Económicos e Institucionales	30
VIII. RESULTADOS	31
A. Validación de Métodos	31
B. Composición Proximal del Pan	34
1. Pan Francés	35
a. Base Seca	35

b. Base Fresca	35
2. Pan Dulce	37
a. Base Seca	37
b. Base Fresca	38
c. Datos por unidad de pan Francés y pan Dulce	41
3. Cálculo Teórico	44
IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	45
A. Pan Francés	45
1. Base Seca	45
2. Base Fresca	46
B. Pan Dulce	47
1. Base Seca	47
2. Base Fresca	48
C. Aporte Nutricional	49
X. CONCLUSIONES	51
XI. RECOMENDACIONES	52
XII. REFERENCIAS	53
XIII. ANEXOS	56

I.RESUMEN

El presente estudio se realizó con el propósito determinar si el contenido proximal del pan de consumo popular en Guatemala (pan dulce y pan francés) ha variado con respecto a los datos reportados en la Tabla de Composición de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

Previo al muestreo se realizó una confirmación de los parámetros de validación de los métodos a emplearse en el estudio. Para esto se utilizaron 3 matrices diferentes (harina de trigo, galleta nutricionalmente mejorada e incaparina) las cuales se analizaron de diferentes formas

para completar los parámetros de validación (exactitud, precisión, límite de detección, límite de cuantificación y linealidad).

El muestreo se realizó siguiendo un protocolo establecido para la toma de muestra de pan, y se llevó a cabo en las zonas urbanas de diferentes regiones del país. Las muestras recolectadas fueron analizadas en el laboratorio de Composición de Alimentos del (INCAP), siguiendo los métodos analíticos oficiales para determinar la composición proximal del pan.

Los resultados mostraron que la mayoría de los parámetros del análisis proximal para ambos tipos de pan (dulce y francés) presentan variación con respecto a los datos de la TCA del INCAP la cual fue elaborada durante los años 60.

Además, se determinó el aporte nutricional de cada tipo de pan para una dieta de 2000 Kcal/día basados en la encuesta de consumo de alimentos del Instituto Nacional de Estadística (INE) y en las recomendaciones nutricionales del INCAP.

II. INTRODUCCIÓN

En nuestro país existe un índice de desnutrición alto, debido entre otras cosas a que la población no tiene recursos suficientes para alimentarse de forma balanceada. Por lo tanto, es importante reconocer que la información de las tablas de composición de alimentos es muy útil no solo para evaluar la calidad de la dieta, sino también para incrementar la calidad alimenticia de nuestra población, a través del planteamiento de políticas y programas de alimentación.

Según los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), entre los alimentos de mayor consumo por el guatemalteco encontramos los cereales, como el maíz y el trigo. El trigo es el segundo cereal más consumido por la población, principalmente en forma de pan, pastas y otros productos de panificación. Los datos de la Organización para la Agricultura y Alimentación (FAO) muestran que en nuestro país, el suministro nacional de trigo se ha duplicado durante los últimos 15 años y siendo el pan la forma más común de consumirlo, se asume que también ha aumentado el consumo del mismo.

Actualmente, en la Tabla de Composición de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), se tienen datos de la composición nutricional del pan. Sin embargo, estos datos se obtuvieron durante los años 60, tiempo desde el cual se han observado cambios en los procesos de panificación. Por ejemplo, se ha mejorado el equipo de producción, ya que antes se utilizaban hornos de leña y ahora se están utilizando hornos industriales. También se han dado variaciones en las proporciones de los ingredientes del pan, lo cual se evidencia por el cambio en sus propiedades organolépticas, tales como olor y sabor.

Lo anterior justifica la importancia de disponer de datos actuales, exactos y precisos sobre la composición nutricional del pan, ya que la tabla es utilizada para evaluar la calidad de la dieta, identificar deficiencias específicas y proponer medidas de mejoramiento del contenido nutricional de los alimentos de uso común, programas de asistencia alimentaria a grupos vulnerables, además de ser una herramienta en las investigaciones epidemiológicas sobre la relación dieta/enfermedad, la reglamentación de alimentos y la protección al consumidor, entre otros.

III. ANTECEDENTES

A. Tablas de Composición de Alimentos

Las tablas de composición de alimentos constituyen un resumen de datos generados o compilados del contenido nutricional de una lista de alimentos. Sirven para el entendimiento del rol que juega un alimento en el medio nutricional, en el bienestar y la salud humana y los efectos dietéticos de su composición en la reproducción, crecimiento y desarrollo (1,2).

El contenido nutricional de un alimento se refiere a los valores de humedad, energía, proteína, grasa, fibra dietética, nueve elementos (hierro, cobre, magnesio, fósforo, cinc, potasio, calcio, sodio y selenio), nueve vitaminas (Tiamina, Riboflavina, Niacina, Piridoxal, Folacina, Vitamina A, Vitamina D, Vitamina E y Vitamina K), ácidos grasos individuales, colesterol, fitosteroles totales y 18 aminoácidos. Junto con estos datos se procura incluir el error estándar de la media y el número de muestras sobre el que se realizó el cálculo con el propósito que el usuario pueda calcular la variabilidad de los datos sobre los nutrientes. (3). Los datos encontrados en las tablas de composición de alimentos son a veces indicados en unidades de uso común en los hogares, tales como tazas, onzas y cuartos, con el propósito que estas fuentes de información puedan ser utilizadas de una manera más práctica por la población en general (4).

La importancia que tiene la composición química de los alimentos data de fines del siglo XIX, cuando Atwater (1894) estableció que esta información era indispensable para mejorar la canasta básica de una familia. Este conocimiento permitió el desarrollo de los primeros conceptos sobre la relación entre la dieta y la salud de la población. Mc Cance y Widowsson en el año de 1940 mencionaron que “ El conocimiento de la composición química de los alimentos es el primer paso esencial en el tratamiento y prevención de las enfermedades y en cualquier estudio nutricional cuantitativo” (1,2).

Los alimentos son químicamente analizados con diversos propósitos. Las bases de datos de la composición de alimentos dependen principalmente de análisis nutricionales y de toxicidad conducidos por los gobiernos, academias, institutos de investigación e industrias, con el propósito de determinar la contribución potencial de los alimentos a la dieta y para determinar el cumplimiento de las regulaciones referentes a composición, calidad, seguridad y etiquetado. Todos estos estudios sobre la composición producen datos que pueden ser considerados para formar parte de una base de datos sobre composición de alimentos (2).

La producción, manejo, procesamiento y preparación de alimentos afectan profundamente su valor nutricional. Existe una extensa literatura sobre el efecto de las prácticas de agricultura (clima, tratamientos post cultivo, etc); métodos de procesamiento (congelado, enlatado, secado, etc) y pasos en la preparación de los alimentos (manejo, cortado y cocción). Muchos estudios nutricionales en estas áreas cubren un rango limitado de nutrientes (notablemente labilidad de vitaminas) (2, 4,5,6).

1. Métodos de Compilación de Base de Datos de la Composición de Alimentos

Las primeras tablas de composición de alimentos se basaron en análisis recolectados de laboratorios de investigadores tales como Von Voit en Alemania, Atwater en Estados Unidos y Plimmer en el Reino Unido, sin embargo, las tablas de composición de alimentos actuales pueden contener valores obtenidos de la siguiente manera:

a. Método Directo

En este método todos los valores son resultado de los análisis realizados específicamente para la base de datos. Tiene la ventaja que se tiene control sobre los procedimientos de muestreo, análisis y control de calidad. En el método directo se obtienen datos altamente confiables, pero es un método costoso que consume mucho tiempo, por lo que puede estar más allá de los recursos analíticos disponibles en muchas partes del mundo (2).

b. Método indirecto

El método indirecto utiliza datos obtenidos en la literatura o de laboratorios, o informes no publicados, por lo que los valores pueden ser de calidad desigual y se debe tener cuidado en su evaluación para la inclusión en la base de datos. En algunos casos los valores son asignados, calculados o tomados de otras tablas o bases de datos. El método indirecto requiere un cierto nivel de escrutinio que lo hace menos costoso aunque puede consumir mucho tiempo (2).

c. Método Combinado

La mayoría de las bases de datos sobre la composición de los alimentos son preparadas por medio de una combinación de los métodos directo e indirecto, conteniendo así valores analíticos originales con valores tomados de la literatura o de otras bases de datos como lo son los valores calculados. Este método combinado es el más práctico y particularmente exitoso cuando se analizan los productos alimenticios básicos (azúcar, sal, pan, pastas, etc.) de forma directa y los

datos para los alimentos menos importantes están tomados de la literatura (incluyendo datos de otros países si es necesario). Sin embargo, entre menor sea el número de datos calculados, se incrementa la confiabilidad y representatividad de la base de datos (2).

2. Tipos de Bases de Datos de Composición de Alimentos:

a. Nacional

Idealmente, cada país debería tener un programa de monitoreo de sus propios datos de composición de alimentos; datos que deberían ser conservados como un importante recurso nacional tan importante como cualquier otra información del país (2,4).

El nivel de ciertos nutrientes en algunos alimentos pueden variar levemente entre un país y otro (Ej.: la composición de aminoácidos en las carnes magras), mientras en otros casos, el contenido de nutrientes, incluso en alimentos disponibles a nivel mundial, pueden variar grandemente debido a los diferentes cultivos, suelos, climas y prácticas agrícolas. Por otra parte, en algunos casos se utilizan diferentes prácticas tecnológicas en el procesamiento de los alimentos, la harina de trigo por ejemplo, está sujeta a diferentes porcentajes de extracción y se fortifica a diferentes niveles con diferentes nutrientes. Además algunos países tienen productos alimenticios o procedimientos únicos para el procesamiento de alimentos. Por esto, es esencial el desarrollo de una base de datos a nivel nacional de composición de alimento y asegurar que este programa obtiene datos de otros países sólo cuando éstos se consideran aplicables a alimentos nativos o comúnmente importados (2,4).

b. Regional

La preparación de bases de datos de composición de alimentos regionales ha sido de gran utilidad, porque muchos países carecen de los recursos necesarios para un programa de composición de alimentos, pero comparten alimentos similares con países vecinos. Por muchas décadas, los países de América Latina han utilizado la Tabla de Composición de Alimentos elaborada por el INCAP con la colaboración del ICNND (Comité Interdepartamental de Nutrición para la Defensa Nacional) de Estados Unidos. Actualmente la Organización para la Agricultura y Alimentación (FAO) está promoviendo la construcción de una base de datos sobre composición de alimentos para la región de América Latina. Por su parte el INCAP ha elaborado una Tabla de Composición de Alimentos para uso en Centro América utilizando el método combinado para la recolección de los datos de los diferentes países de esta región (2,4,7).

3. Requisitos de los Valores sobre Composición de Alimentos

El alto interés actual en nutrición demanda que las bases de datos de composición de alimentos cumplan con los siguientes criterios:

- 0 Los datos deben ser representativos. Los valores deben presentar el mejor estimado disponible de la composición usual de los alimentos en las formas obtenidas o consumidas comúnmente. Idealmente, se debería dar algunas medidas de variabilidad en la composición de los alimentos (1,2).
- 0 Los datos deben de ser de alta calidad analítica. Es ideal obtener datos analíticos originales de fuentes rigurosamente escrutinizadas. Valores extraídos de otras bases de datos se introducen o se calculan y deben ser incluidos únicamente cuando la información directa no esté disponible o se conoce que no es de calidad equivalente. Los datos analíticos de alta calidad son aquellos producidos por métodos que se ha demostrado que son confiables y apropiados a la matriz alimenticia y nutrientes en cuestión. También hay que considerar que el laboratorio satisfagan los criterios de Buenas Prácticas de Laboratorio. Además, debe comprobarse que la muestra alimenticia sea representativa y que fue colectada y manejada apropiadamente (1,2).
- 0 La cobertura de los alimentos debe ser amplia. La base de datos debe incluir todos los alimentos que forman la mayor parte de la dieta; y tantos como sean posibles de los que se consumen con menor frecuencia (1,2).
- 0 La cobertura de los nutrientes debe ser amplia. Los valores deben ser incluidos para todos los nutrientes y otros componentes conocidos o que se considere sean importantes en la salud humana. Las prioridades nacionales referentes a la salud jugarán un papel importante en la decisión de cuales deben ser los nutrientes a incluirse (1,2).
- 0 La descripción de los alimentos debe ser clara. Para que puedan ser fácilmente identificadas, los alimentos no deben ser descritos ni nombrado en forma ambigua (1,2).
- 0 El modo de expresión de los datos debe de ser sistemático. Debe ser consistente el uso de las unidades, los factores usados en cálculos y los procedimientos utilizados para redondear valores (1,2).

- Se debe proveer el origen de los datos. Se debe dar la información sobre el origen de los datos, indicando si los datos son analíticos, calculados o imputados (1,2).
- La tabla de datos debe ser de fácil utilización. Adicionalmente, de tener terminología clara y una expresión sistemática, la base de datos debe ser de fácil accesibilidad y comprensión. Las bases de datos impresas deben ser legibles y de un tamaño manejable (1,2).
- Las diferentes bases de datos deben ser compatibles. Las descripciones de los alimentos, formas de expresión y la derivación de los valores deben concordar tanto como sea posible con aquellas bases de datos principales (1,2).
- Las bases de datos deben tener el mínimo de información faltante. Es mejor incluir datos imputados o prestados, siempre claramente identificados como tales, que la carencia de dato. Información adicional de los datos nutricionales (Ej.: datos de sustancias tóxicas, aditivos) aunque son útiles no son esenciales en esta etapa (1,2).

4. Usos de los Datos de Composición de Alimentos

Las tablas o bases de datos sobre composición química de alimentos son una herramienta importante para todo profesional que trabaja en el área de la alimentación, nutrición, agricultura y la industria alimentaria. La información de las tablas es ampliamente utilizadas en:

- Evaluación de dietas nutricionales: Esto incluye la evaluación de dietas nutricionales adecuadas, hojas de balance alimenticio y controles de consumo alimenticio. Con el propósito de brindar una mejor evaluación de las dietas es necesario que los datos sobre la composición de alimentos sean precisos, exactos y actuales, ya que son parte integral de la evaluación dietética para determinar su plan de acción (2,6)
- Programas de Fortificación de Alimentos: Estos requieren información de la composición de los alimentos que se consumen comúnmente en la población con el fin de definir los niveles apropiados de un suplemento. El monitoreo de programas demandará una información actual basada en alimentos que se consumen y su composición (2,6).
- Nutrición clínica y medicina: Es utilizada para evaluar excesos o déficit en los niveles de ciertos nutrientes que pueden llevar a una enfermedad en particular. Recientemente

ha surgido un grupo de enfermedades como la osteoporosis, hipertensión, cáncer y otras enfermedades crónicas que se encuentran asociadas a factores alimentarios y de estilo de vida (2,6).

- Investigaciones Epidemiológicas Nutricionales: Estas se deben establecer en base a la relación a dieta- salud para cierto nivel de la población. Es esencial conocer la composición alimenticia si deseamos conocer como los nutrientes interactúan en el rol de la salud y la enfermedad con respecto a la nutrición (2,6).
- Agricultura e Industria: La agricultura requiere de información de la composición alimenticia para guiarse en la selección y desarrollo de nuevos cultivos y de cultivos tradicionales. En la industria la composición de alimentos es utilizada para facilitar las negociaciones de alimentos a nivel nacional e internacional, además de ser utilizada en la manufactura y formulación de alimentos (2,6).
- Elaboración del Etiquetado Nutricional
- Educación Nutricional
- Consulta del consumidor

Existe una serie de factores que se consideran para poder dar aplicación a la composición química de los alimentos en el estudio del contenido de nutrientes en la dieta de las poblaciones:

- ⇒ Aspectos culturales de la población: Son importantes los procedimientos que se emplean para recolectar y codificar la información dietética y la selección de una base de datos apropiada para convertir la ingesta dietética en ingesta de nutrientes (2).
- ⇒ Tecnología analítica: Este progreso ha permitido el análisis de los nutrientes con una mayor exactitud y precisión y se ha mejorado la información acerca de los nutrientes que son necesarios para comprender el valor de los alimentos en relación con la salud de la población (2).

Cuando se trata de un sistema de datos que por un largo período de tiempo ha incorporado los análisis químicos realizados en alimentos es necesario disponer de criterios uniformes y aceptados para decidir si los métodos antiguos proporcionan resultados similares a los obtenidos con la tecnología moderna. En caso contrario será necesario eliminar esta información, especialmente cuando las diferencias entre los resultados sean muy grandes (2,5).

- ⇒ Cantidad y variedad de la información de las tablas: Se evidencia una falta de información en las tablas, especialmente en vitaminas y minerales y a menudo los profesionales tienen que usar tablas de composición elaboradas en los países desarrollados. Esta información puede diferir bastante de la composición química de los alimentos producidos en países en vías de desarrollo (2,8).
- ⇒ Variabilidad regional: Es importante tomar en cuenta la región en la que el alimento se produce cuando se informa la composición química de los alimentos (2,8).
- ⇒ Actualización de la información: La composición química de los alimentos consumidos en un país experimenta cambios a lo largo del tiempo. Un país puede cambiar la suficiencia alimentaria, por ejemplo de ser un importador a un productor de trigo o de leche (2,8,9).
- ⇒ Alimentos Procesados: Es impráctico disponer de una composición química estandarizada de los alimentos procesados. Se sabe que las condiciones de los procesos son específicas y cambian a través del tiempo, lo que tiene un efecto importante sobre la composición química de los alimentos y es difícil generalizar una composición común. Por otra parte los ingredientes que conforman el alimento también pueden variar (2,5,9).
- ⇒ Nuevos alimentos destinados a prevenir las enfermedades crónicas no transmisibles: Estos alimentos se definen como saludables y tienen incorporados no nutrientes o nutrientes que han demostrado tener algún efecto beneficiario para la salud de la población como: fibra dietética, compuestos azufrados, flavonoides, etc.

B. Análisis Proximal

El análisis proximal se define como la determinación del porcentaje de los principales componentes de un alimento, esto es humedad, proteína cruda, grasa cruda, cenizas, fibra cruda y carbohidratos totales (10).

1. Preparación de la Muestra

Para poder determinar la composición proximal de un alimento, este se debe reducir a un tamaño de partícula apropiado para ser trabajado en el laboratorio. La trituración mecánica, mezclado, agitación o cualquier mecanismo físico que puedan hacer la muestra lo más homogénea posible pueden ser utilizado para este fin (10).

La trituración, que reduce el tamaño de la partícula, ayuda a reducir la variabilidad en el peso y tamaño de las partículas. Usualmente el diámetro de una partícula oscila entre 0.5-1.0 mm. Se obtienen buenos resultados si la muestra es capaz de atravesar por un filtro de 35 micras. Ninguna parte de la muestra debe ser descartada, ya que con esta podemos estar descartando componentes de concentración importante y de esta forma caer en un análisis erróneo (10).

Las muestras líquidas pueden ser mezcladas por medio de agitadores magnéticos, que son similares a los aparatos utilizados para desintegrar células (8).

2. Humedad:

La humedad es el contenido de agua que contiene un material. El agua es uno de los constituyentes mayoritarios en los alimentos y está unido a otros constituyentes por fuerzas químicas o físicas de diversa naturaleza y diversa magnitud. La humedad es un factor importante en la calidad, preservación y resistencia al deterioro de los alimentos. Por ejemplo, el cereal tiene alto contenido de agua, por ello tiende a deteriorarse rápidamente debido al crecimiento de moho, calentamiento, daño por insectos y germinación. La determinación de la humedad es necesaria para expresar los resultados de determinaciones analíticas sobre bases uniformes (8,11,12,13).

El agua existe principalmente en tres formas:

→ Solvente o medio de dispersión (10).

- Adsorbida por la superficie interna o externa o por finos capilares por medio de la condensación capilar (10).

- Agua de hidratación (10).

El agua es solvente para compuestos solubles como azúcares, aminoácidos y ácidos carboxílicos. Los compuestos que no se disuelven se dispersan en el agua, entre los que se encuentran las proteínas, gomas y polisacáridos. El agua adsorbida es una película muy fina que comúnmente no se remueve por las determinaciones normales de humedad. El agua de hidratación es un componente químico de azúcares, como glucosa, maltosa y lactosa; de sales como tartrato de potasio y de proteínas y polisacáridos que forman geles con agua (10).

El agua no puede ser removida de estos diferentes estados con igual facilidad, por ello se deben utilizar diferentes métodos de acuerdo a los diferentes tipos de alimentos. Los dos métodos más comunes para la determinación de humedad de un alimentos son el secado directo y la codestilación (10,11).

En el secado directo la presencia de otras sustancias volátiles o de reacciones químicas relacionadas a la formación de agua o a alguna otra sustancia volátil pueden dar falsos resultados. Se pueden obtener resultados con bajo porcentaje de recuperación debido a que no se ha removido completamente el agua bajo las condiciones de secado que se han escogido. Por otro lado si el secado se continua por un período muy largo puede ocurrir un incremento de peso debido a la oxidación. El resultado varía dependiendo del grado en que se de la ruptura celular y del tamaño de la partícula. Existe una gran cantidad de fuentes de error para determinaciones rutinarias de humedad a presión ambiente por lo que se debe utilizar un horno con circulación de aire, platos de aluminio, níquel o platino (10,11,12)

Los métodos estándar para la determinación de humedad por secado al horno estipulan que se deben secar las muestras a una cierta temperatura ya sea por un tiempo específico o hasta alcanzar un peso constante. En el último caso, la muestra se saca del horno después de varias horas, se pesa y se regresa al horno por períodos de 1 hora hasta que los pesos sucesivos no difieran más de un pequeña cantidad (0.5 mg, 1 mg, 2 mg ó 5 mg que varían de acuerdo al material y al método utilizado). Si las diferencias exceden los valores especificados es posible continuar el secado hasta que los pesos en lo sucesivo no decrezcan significativamente (10,12,13).

El agua libre es la más fácil de remover pero es necesario considerar ciertos puntos críticos tales como: la temperatura de secado, tamaño de partícula, vacío, la formación de costra en la

superficie, el área de superficie de la muestra, etc. afectan el grado de humedad que será posible remover de los alimentos. Los hornos de vacío reducen significativamente el deterioro de las muestras durante el calentamiento. A temperaturas elevadas las reacciones químicas como la hidrólisis pueden ocurrir y ocasionar errores significativos en la determinación de la humedad ya que el agua de la hidrólisis no es trascendental para la muestra (10,13).

3. Ceniza:

La ceniza de un alimento representa su residuo inorgánico, después de que la porción orgánica y otras sustancias volátiles han sido oxidadas y evaporadas. La ceniza frecuentemente puede servir como medida de la adulteración de los alimentos. Por ejemplo: Un nivel superior de cenizas puede representar la adición de adulterantes teniendo así un nivel más alto de sustancias inorgánicas que el nivel normal en los alimentos. Por el contrario un nivel bajo de cenizas puede indicar dilución del alimento con material de bajo nivel inorgánico. Cuando compuestos orgánicos o inorgánicos son descompuestos o sometidos a altas temperaturas (500-600 °C) el residuo remanente es la ceniza. Este residuo consiste en óxido y sales que contienen aniones como fosfatos, cloruros, sulfatos y además tiene cationes como sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro y manganeso (10,11,12).

Durante el proceso de calcinación las sales orgánicas se descomponen, perdiendo el carbono de composición. El metal de esas sales forma un óxido o reacciona con otros aniones de la matriz. Algunos metales (ejemplo: cadmio y plomo) pueden volatilizarse durante la calcinación, por lo tanto, si la ceniza es examinada para determinar elementos traza, se debe tener mucho cuidado para prevenir pérdidas. Para muchos alimentos, el calcinar a 600 grados Celsius o menos, por 12 horas provee resultados aceptables para el análisis de los elementos traza. Para evitar la pérdida mecánica de la ceniza se puede iniciar la incineración en la mufla a baja temperatura (temperatura ambiente) y permitir que la temperatura suba lentamente. Las corrientes de aire pueden ser un problema si la puerta de la mufla está abierta. Generalmente, las muestras no se deben de colocar en muflas cercanas a 1 pulgada de la pared o 1.5 pulgadas de la puerta de la mufla (10,11,12).

4. Grasa Cruda:

La grasa cruda es un término que se utiliza para referirse a la mezcla cruda de materiales liposolubles presentes en la muestra. El contenido lipídico puede incluir triglicéridos, diglicéridos, monoglicéridos, fosfolípidos, esteroides, ácidos grasos libres, vitaminas liposolubles, pigmentos carotenoides, clorofila, etc (10,11).

Los dos métodos comúnmente usados para determinar grasa son: extracción en húmedo y extracción en seco. La extracción en húmedo se realiza con el agua que permanece en la muestra. El método de Babcock y el método de Mojonnier se usan en extracción húmeda se aplican para determinación de grasa en leche y productos lácteos. Estos métodos también son aplicados para otros productos alimenticios crudos, aderezos de ensaladas o pescado congelado (método AOAC 18.045).

Existen varios métodos gravimétricos para la determinación de grasa y lípidos. Los factores que influyen sobre el método específico de extracción de grasa incluyen la polaridad de los solventes de extracción, el pretratamiento de la muestras (si han sido hidrolizadas o digeridas previo a la extracción), y la reextracción o procedimiento de lavado. Los solventes típicos incluyen éter dietílico anhidro, éter de petróleo y cloroformo-metanol. Todos estos solventes extraen triglicéridos, así como el éter extrae glicéridos simples como los mono, di y triglicéridos, esteroides y usualmente ácidos grasos libres. Los solventes más polares como el cloroformo-metanol extraen los lípidos más polares, incluyendo fosfolípidos, esteroides, terpenos, ceras, hidrocarburos y otros materiales no lipídicos (10,11,14).

Las matrices alimenticias se tratan previamente a la extracción para hacer que los lípidos se encuentren más disponibles al solvente. Estos tratamientos incluyen la adición de un álcali para solubilizar las proteínas o la adición de un ácido para romper las emulsiones o hidrolizar lípidos complejos. El método cloroformo-metanol para lípidos utiliza enzimas para hidrolizar las proteínas y matrices polisacáridas, haciendo más fácil la extracción de lípidos (14,15).

El tamaño de la partícula, la humedad de la muestra y la formulación pueden afectar el proceso de extracción. Por ejemplo, el contenido de humedad de un producto y el tiempo de extracción pueden ser influenciados por la cantidad de lípidos removidos del producto o muestra. Aparentemente a menor tamaño de muestra es más íntimo el contacto del solvente con el lípido de la misma, incrementando la eficiencia de la extracción (14,16).

Debido a la naturaleza no específica del procedimiento de extracción de grasa, se extraen diferentes componentes y son considerados como grasa. Por ejemplo, algunos polisacáridos o proteínas contenidas en las matrices pueden removerse completamente de la grasa por medio de la utilización de éter, requiriendo también procedimientos más vigorosos como lo es la hidrólisis previo a la extracción (14,16).

Los métodos de extracción con éter son sencillos para el análisis de grasa en alimentos de tipo animal, granos de cereales crudos, carnes y derivados, mantequilla, nueces y especias. Estos

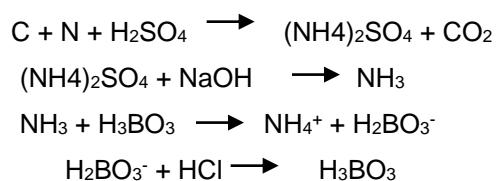
métodos utilizan éter dietílico o éter de petróleo para remover las grasas por medio de un reflujo continuo de éter a través de la muestra por 12-78 horas. Después de la extracción, el solvente se evapora bajo vapor de nitrógeno y la grasa residual se determina por procedimientos gravimétricos (10,11).

5. Proteína Cruda:

La determinación de proteína no se usa para análisis rutinarios, debido a la dificultad de la extracción de la proteína de una muestra. Generalmente, las muestras que no son complicadas, es decir, que no contienen concentraciones elevadas de compuestos nitrogenados no protéicos (ejemplo NH_4^+ , aminoácidos libres, urea y otros compuestos complejos nitrogenados) deben analizarse por una simple determinación del porcentaje de nitrógeno (como NH_3) y haciendo la suposición que este nitrógeno fue el resultado de la digestión de las proteínas. Este procedimiento da el contenido de proteína cruda en los alimentos y se conoce como el método de Kjeldahl (10,11,12).

El principio del método se basa en que la muestra es digerida en ácido sulfúrico en presencia de un catalítico. El nitrógeno de las proteínas y de otros constituyentes es convertido a sulfato de amonio. El amonio se titula en un ácido estándar después de que el destilado se ha vuelto alcalino por medio de una destilación. El porcentaje de nitrógeno es calculado y el resultado es convertido a proteína cruda por la multiplicación con un factor (usualmente 6.25) (10,17,18).

Las reacciones que se llevan a cabo durante el proceso para la determinación de proteína son las siguientes:



Ya que los miliequivalentes de nitrógeno en la muestra de proteína equivalen a los miliequivalentes de NH_3 , el porcentaje de nitrógeno se pueden obtener utilizando la siguiente fórmula :

$$\% \text{ nitrógeno} = \frac{(\text{ml ácido} \times \text{N del ácido}) \times 1.4}{\text{gr de muestra}}$$

El peso de nitrógeno de la muestra puede ser convertido a proteína utilizando el factor apropiado basándose en el porcentaje de nitrógeno en la proteína. El contenido de nitrógeno de la proteína en la mayoría de los alimentos oscila entre el 15-20%; el promedio se encuentra cercano al 16%. Para convertir los gramos de nitrógeno a gramos de proteína, existe un factor común de 6.25 (100/16). De cualquier forma el factor de conversión de nitrógeno a proteína puede variar entre los diferentes productos alimenticios. Es aconsejable verificar las fuentes apropiadas y utilizar el factor más acertado para convertir gramos de nitrógeno a gramos de proteína (2,10).

A continuación se presenta la tabla de los factores de conversión de nitrógeno a proteína:

Tabla No. 1
Factores de Conversión de Nitrógeno a Proteína

Productos Animales		Productos Vegetales	
Alimento	Factor	Alimento	Factor
Carne y Pescado	6.25	Trigo	
Gelatina	5.55	Completo	5.83
Leche y productos lácteos	6.38	Afrecho	6.31
Caseína	6.40	Embrión	5.80
Leche Humana	6.37	Endosperma	5.70
Huevos		Arroz y harina de arroz	5.95
Completo	6.25	Centeno y harina de centeno	5.83
Albúmina	6.32	Cebada y harina de cebada	5.83
Vitelio	6.12	Avena	5.83
		Maíz	6.25
		Mijo	6.31
		Frijoles	6.25
		Soya	5.71
		Nueces	
		Almendras	5.18
		Brazil	5.46
		Manía	5.46
		Otros	5.30

FAO/WHO (1973). A menos que se haya determinado un factor apropiado para cierto tipo de alimento se deberá utilizar el 6.25 (2,8).

6. Fibra Cruda:

La fibra cruda es una medida de la cantidad de componentes de origen vegetal que se encuentran en un alimento. Estos componentes son resistentes a la enzimas digestivas del hombre y químicamente se encuentran representados por la suma de los polisacáridos que no son almidones ni lignina. Los alimentos con altos niveles de fibra cruda tienen bajo valor alimenticio pero proveen la capacidad necesaria para la acción peristáltica en el tracto gastrointestinal (10,11).

Los métodos para la determinación de la fibra se dividen en métodos gravimétricos y métodos enzimático-químicos. Los métodos gravimétricos se basan en pesar el residuo que queda después de una solubilización enzimática o química de los componentes que no son fibra. Los métodos enzimático-químicos consisten en aislar los residuos de fibra por acción enzimática y en liberar por hidrólisis ácida los azúcares neutros que constituyen los polisacáridos de la fibra y se miden por cromatografía líquida de alta presión (HPLC), cromatografía de gases (GLC) o colorimétricamente (10,11).

7. Carbohidratos Totales:

La palabra carbohidrato se deriva de la fórmula química que presentan la mayor parte de los compuestos de este tipo $C_n(H_2O)_n$. Los carbohidratos se presentan en las frutas y vegetales como una reserva de almacenamiento además de presentarse en las semillas, raíces y tubérculos. También son encontrados en la leche, sangre y tejidos animales (9).

Los carbohidratos son los más abundantes en los alimentos y la fuente de energía más económica. En la dieta americana, los carbohidratos constituyen aproximadamente el 50% de la ingesta de calorías. De cualquier forma, los carbohidratos forman una parte importante de la dieta de la gente en la mayoría de países donde los cereales son un producto principal de consumo (9).

Los carbohidratos se dividen en 2 grandes grupos: azúcares simples y compuestos. Esta división se basa en el número de azúcares que son obtenidos cuando son hidrolizados. Los carbohidratos como la glucosa y la fructosa que no pueden hidrolizarse en compuestos simples son llamados monosacáridos (9).

Los azúcares compuestos formados de dos o más moléculas de monosacárido se dividen en dos categorías: oligosacáridos y polisacáridos. Los oligosacáridos se componen de dos a nueve monosacáridos incluyendo la sucrosa (disacárido) y rafinosa (trisacárido). Los polisacáridos consisten en diez o más monosacáridos y se pueden ser separados en tres grupos:

homopolisacáridos (un tipo de unidad de monosacáridos), heteropolisacáridos (dos o más tipos de unidad de monosacáridos) y polisacáridos que poseen nitrógeno (9).

Algunas poblaciones alrededor del mundo tienden a consumir grandes cantidades de cereales; por lo que obtienen gran porcentaje de sus calorías de los carbohidratos presentes en estos alimentos. En muchas partes del mundo, en donde los ingresos son bajos, los cereales forman un 75-80% del suplemento total de calorías. La importancia de los carbohidratos en los procesos metabólicos es bien conocida, a pesar de que no se ha estandarizado una ingesta diaria en la dieta, pero en muchos países americanos se conoce que es alrededor de los 200 grs. o más. Una inadecuada ingesta de carbohidratos en la dieta puede dar como resultado una malnutrición, bajos niveles de glucosa en sangre y una gran variedad de desórdenes metabólicos. Pero un exceso de CH, especialmente en forma de azúcares también pueden crear efectos adversos al estado nutricional (9).

Los métodos para la determinación de los carbohidratos se dividen en métodos cualitativos y métodos cuantitativos: Los métodos cualitativos se realizan cuando se hace necesario identificar que carbohidrato en particular está presente en los alimentos antes de realizar un análisis cuantitativo. Se pueden detectar carbohidratos específicos basados principalmente en las diferencias de estructura química de estos compuestos. De una forma u otra, empleando una prueba específica, el analista frecuentemente separa el carbohidrato de interés y así poder identificarlo (9).

Para su análisis cuantitativos se puede recurrir a ciertas metodologías como los son: los ensayos de reducción, refractometría, polarimetría y densitometría. Junto a estos análisis también se puede utilizar la cromatografía de gases como una alternativa para la cuantificación de azúcares. Lo más importante para cuantificar azúcares es importante obtener muestras representativas y además la solución que contiene los azúcares debe ser clarificada para remover sustancias que puedan interferir con los análisis (9).

C. Muestreo

Una muestra puede ser definida como una porción o una unidad que presenta las cualidades de un todo del que es obtenido. El objetivo del muestreo es el seleccionar una cierta porción del producto o de la población que sea representativo en relación a el lote o grupo del cual ha sido tomada.

En el caso de análisis químicos de diversos productos o materiales, el tamaño de la muestra debe ser suficiente para permitir los análisis de laboratorio y repetirlos si fuese necesario; siempre recordando que las propiedades de la muestra deben mantenerse iguales a las del momento en que fue recolectada (2,19,20).

Los objetivos finales de todo tipo de muestreo deben ser definidos desde el principio: la capacidad del laboratorio, métodos de análisis y cantidad de la muestra deben ser determinados antes de iniciar la recolección, así como también deben considerarse los métodos de muestreo y las técnicas a utilizar (2,19,20).

1. Muestreo de Alimentos

El muestreo en alimentos corresponde a la selección y colección de muestras de los productos definidos en número, tamaño y naturaleza para ser representativo del alimento. En todos los estudios de composición de alimentos el muestreo apropiado de los alimentos es importante y de fundamental importancia cuando se trata de elaborar bases de datos. Los métodos de muestreo de alimentos para estudios de composición son los siguientes:

a. Muestreo al Azar

El muestreo al azar se basa en que cada porción del alimento bajo consideración tiene la misma probabilidad de ser incorporado en la porción analítica. El proceso de muestreo al azar se puede ponderar dando importancia a la distribución poblacional o considerando modelos de consumo regional (2).

b. Muestreo Selectivo

Se utiliza cuando se desea ilustrar o documentar condiciones no satisfactorias o para proveer un análisis de laboratorio de una unidad alimenticia de la cual se sospecha que hay una adulteración. Por lo tanto la muestra es seleccionada de tal forma que exista mayor probabilidad de confirmar los factores sobre los cuales se sospecha la adulteración. El muestreo selectivo es relativamente metódico ya que usualmente existe alguna evidencia u otro tipo de información que lo lleve a ciertas unidades alimenticias que son seleccionadas como muestra (2).

c. Muestreo Objetivo

A diferencia del muestreo selectivo, el muestreo objetivo puede ser complicado, pues es difícil caracterizar la verdaderas cualidades de un lote en particular de alimentos que no es homogéneo (2).

Este método es utilizado para compilar datos con un propósito específico o para determinar si un alimento no es satisfactorio y la razón por la cual no lo es. Esto debe realizarse cuando las inspecciones no muestran condiciones insatisfactorias o cuando las inspecciones no se pueden hacer frecuentemente. El muestreo objetivo generalmente se da a nivel de mercado pero también se puede recolectar cuando el artículo está en posesión del fabricante (2).

Para este tipo de muestreo se pueden recolectar varias unidades del producto en estudio que constituyen las muestras simples, pero estas a la vez pueden agruparse de acuerdo a ciertas características en común para formar una muestra compuesta.

Los siguientes criterios deben ser considerados para el desarrollo del plan del muestreo objetivo:

- Tipo de alimento (alimento natural o procesado)
- Tamaño del lote a muestrear (unidades de producción, latas , paquetes, etc.)
- Naturaleza del posible defecto (Ej: contaminación bacteriana, toxinas, residuos químicos, tratamiento de calor insuficiente)
- Posible daño hacia el humano
- Criterio de aceptación o rechazo, ausencia de patógenos, adulteración, límites de tolerancia, estándares de composición, contenidos netos.
- Grado de confiabilidad necesaria para el análisis de tal forma que los resultados sean válidos (2,18,19).

2. Número y Tamaño de las Unidades de Muestreo

La extensión en la cual los datos son representativos va a ser determinada por tantas unidades de alimentos como sea posible recolectar y que sean manejables (2).

a. Número

El número de objetos recolectados y analizados, ya sea de muestras simples o compuestas, influye significativamente en cuán representativos sean los valores. El número recolectado debe reflejar la variabilidad en composición del producto a analizar. Los alimentos de los cuales se sabe que varían considerablemente requieren mayor cantidad de muestras, mientras los alimentos que mantienen una consistencia requieren menor número de muestras. En la práctica, casi nunca se sabe el grado de variabilidad de un nutriente en un alimento, por lo que el tamaño de la muestra comúnmente se elige de forma intuitiva (2).

Todos los productores ocasionalmente varían los ingredientes en respuesta a la fuerza del mercado, es por ello, que esto debe ser tomado en cuenta cuando se obtienen alimentos procesados para análisis (2).

b. Tamaño de la Muestra

Cuando se toman 10 o más muestras, se recomienda recolectar de 100 a 500 gramos en cada una, con preferencia a los 500 gramos (ya que los bajos niveles de nutrientes pueden ser medidos en muestras con estas magnitudes). Por supuesto, algunas compras (por ejemplo ciertos cortes de carne) son más grandes por naturaleza, y de no existir simetría no es posible reducir el tamaño de la muestra por lo que debe tomarse en su totalidad (2).

3. Colección, Manejo y Transporte de las Muestras

Los alimentos son materiales inestables sujetos al ataque de agentes biológicos externos, como microorganismos y también a los agentes biológicos internos como las enzimas. Por lo tanto el calor, la luz, el oxígeno, la humedad y los contaminantes, incluyendo la catálisis pueden cambiar su composición química. Los siguientes factores pueden ayudar a definir los principios de recolección, manejo y transporte:

- a. Velocidad para minimizar las pérdidas de nutrientes
- b. Conservación de nutrientes, incluyendo el agua lo que significa un adecuado almacenamiento y manejo cuando existen algún tipo de retraso.
- c. Que los alimentos no sean dañados, perdidos o confundidos con otros alimentos de la misma recolección (2).

a. Recolección regional o de áreas remotas

En algunas circunstancias es necesario enviar muestras de alimentos a laboratorios de otros países o regiones para análisis (2). En estos casos es necesario empacar los alimentos en contenedores inertes, que no se quiebren y que sean herméticamente cerrados y transportarlos ya empacados en hielo seco en contenedores adecuados. Las muestras en las que se van a analizar vitaminas deber de transportarse protegidas de la luz (2,19).

Con frecuencia se hace necesario enviar muestras de bajo peso (100g mínimo) o reducir de tamaño los alimentos ya sea fraccionándolos cuando son muestras grandes y que son obtenidos en forma fresca, frita o cuando se secan en frío. Cuando los alimentos se secan se debe mantener un registro tanto del peso original como del peso en seco de esa muestra. La forma en que los alimentos se van a manejar se debe escoger cuidadosamente ya que no todos los métodos son compatibles con ciertos nutrientes (2,19).

b. Recolecciones Locales

Cuando los alimentos son obtenidos cerca del laboratorio, los factores que determinan el número de muestras a ser manejadas en cada recolección son: el costo y el personal disponible. Normalmente es necesario disponer de un automóvil y un recolector adicional al conductor. Para la recolección se necesita contenedores pre-etiquetados ya sea plásticos o bien bolsas de papel. Los alimentos preparados pueden necesitar un etiquetado y pre-pesado contenedor de polietileno con un cierre hermético (2).

c. Etiquetado

Las muestras de alimentos deben estar debidamente rotuladas con la descripción del producto e indicaciones en el momento de la recolección. Es necesario poner mucho énfasis en la necesidad crítica de un etiquetado legible y permanente de las muestras en todos los estados en los que se encuentre la misma para el análisis. Lápices de cera, marcadores solubles en agua, lapiceros y lápices no son útiles ya que las marcas pueden ser borradas o bien lavadas. (2,19)

Para muestras alimenticias congeladas existen marcadores especiales, etiquetas o tapes, los cuales deben ser utilizados tanto como sean posible. Siempre es necesario llevar un registro por escrito que pueda servir como referencia para una futura identificación (2).

D. Pan

Es un alimento básico que se elabora cocinando una mezcla de harina o grano molido, agua o leche, y otros ingredientes. La harina puede ser de trigo (el grano más utilizado), centeno, cebada, maíz, arroz, papas o soya. Dependiendo de los ingredientes utilizados, el pan puede ser con levadura o ácimo. El primero se hace combinando un agente que produce la fermentación y subida del pan, en general levadura, con el resto de los ingredientes, normalmente azúcar, sal y grasa, además de la harina y el líquido. La levadura actúa en el proceso de fermentación, generando diminutas burbujas de dióxido de carbono, en la mezcla o masa, incrementando su volumen y haciéndola ligera y porosa. Las levaduras químicas, en especial la levadura de cocina, logra la distensión de la masa por la interacción entre carbonatos y ácidos, reduciendo en gran medida el tiempo que requiere la acción de la levadura natural. El pan ácimo se compone en esencia de harina y líquido y no lleva levadura (20,21,22,23,24).

En Guatemala, según los datos proporcionados por la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) el consumo de harina de trigo desde el año 1990 hasta el año de 2001, se ha incrementado aproximadamente en un 22 % (Cuadro No.2). La harina de trigo se utiliza principalmente para la preparación de pastas y panes de diferentes tipos. El incremento en la disponibilidad nacional de harina de trigo supone un aumento en el consumo de derivados del trigo, principalmente de pan.

Tabla No.2
Consumo de Harina de Trigo en Guatemala durante los últimos 15 años

Año	Consumo (kg/año/per capita)
1990	24.5
1991	25.4
1992	30.5
1993	28.1
1994	30.6
1995	27.4
1996	28.7
1997	33.5
1998	35.5
1999	31.8
2000	30.0
2001	34.0

Datos proporcionados por la página electrónica de la organización para la agricultura y la alimentación (FAOSTAT)

IV. JUSTIFICACIÓN

El pan de harina de trigo forma parte de la dieta diaria del guatemalteco. Si bien no representa el cereal que se consume en mayor cantidad, su consumo es frecuente y tiende a incorporarse cada vez más en la dieta habitual.

A la fecha, la composición proximal del pan que se utiliza para diferentes fines es la que se encuentra en la base de datos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, cuyos análisis datan de la década de los años 60. Con el paso de los años, la composición química de este alimento ha experimentado cambios debido a la introducción de harina de trigo fortificada y el uso de equipo más moderno y modificación de las técnicas para su elaboración. Por lo tanto, es importante actualizar la información de la composición proximal del pan ya que la Tabla de Composición de Alimentos es utilizada a nivel nacional para estudios nutricionales, y como un recurso esencial para proponer dietas adecuadas para cada individuo, con el fin de resolver los problemas nutricionales en las poblaciones de nuestro país.

V. OBJETIVOS

A. Objetivo General

1. Determinar la composición proximal del pan que actualmente consume la población de Guatemala.

B. Objetivos Específicos

1. Identificar las diferencias de los datos de composición proximal del pan de los años 60 con respecto a los datos actuales y actualizar la Tabla de Composición de Alimentos del INCAP.
2. Determinar precisión, exactitud y linealidad de los métodos de humedad, proteína, cenizas y grasa, aplicado a matrices de productos elaborados a partir de cereales (galletas, harinas compuestas, harina de trigo y pan).
3. Determinar el límite de detección y el límite de cuantificación para el método de proteína.
4. Evaluar el desempeño de los métodos utilizando material de referencia.

VI. HIPÓTESIS

La composición proximal del pan de consumo popular en Guatemala ha variado con respecto a la información disponible en la Base de Datos de Composición de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá que data de los años 60.

VII. MATERIALES Y METODOS

A. Universo:

El universo del estudio comprende pan de consumo popular en Guatemala.

B. Unidad de Muestreo

La unidad de muestreo está constituida por todas las panaderías que fueron muestreadas para el estudio.

C. Muestra:

La muestra consiste en el pan de consumo popular (francés y manteca) recolectado en diferentes panaderías del territorio nacional.

Tamaño de Muestra: 10-15 muestras compuestas

Muestra compuesta: 8 muestras simples

Muestra simple: 2 tiras de pan francés o 10 pirujos o 10 panes desabridos; 10 panes dulces surtido o 10 panes dulces tostados.

D. Diseño del Muestreo

La presente investigación fue un estudio piloto del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá que tenía como objetivo dar una idea general de la composición nutricional del pan de consumo popular en Guatemala. De ninguna manera este estudio tuvo representatividad de todo el pan consumido en el país debido a que los recursos económicos para este estudio eran limitados y los resultados sirvieron como base para el montaje de estudios posteriores.

De acuerdo a la información obtenida de la encuesta nacional sobre el consumo aparente del pan francés y pan dulce del Instituto Nacional de Estadística (1991) se realizó la estratificación del país, definiendo las regiones con sus departamentos. Esta estratificación se realizó por medio de una gráfica de puntos de consumo de pan dulce vrs. el consumo de pan francés

Después de realizar el proceso de estratificación, se llevó a cabo una segunda selección dentro de cada estrato, esto con el propósito de definir la técnica de muestreo dentro del mismo. Para realizar este proceso fue necesario utilizar una variable conocida y concreta que se encuentre relacionada con el consumo de pan en el estrato. Por lo tanto, la variable que se sugirió utilizar para dicha ponderación fue el porcentaje de población.

Las muestras recolectadas en cada departamento fueron de las cabeceras departamentales, exceptuando Quiché, en donde se realizó la toma de muestra en el municipio de Chichicastenango por accesibilidad. En cada departamento se muestrearon 8 panaderías tomando de cada una de estas una muestra simple.

La ponderación y distribución final de las muestras a analizar se basó en diversos aspectos de los departamentos: Guatemala por ser el departamento con mayor población y consumo aparente de pan, Quetzaltenango por ser la segunda ciudad más grande del país de acuerdo a población, Izabal por ser un departamento fronterizo con Honduras y Belice, San Marcos por ser fronterizo con México, Jalapa por ser fronterizo con El Salvador, Suchitepéquez como representante de la Costa Sur del país, Quiché y Baja Verapaz por su ubicación en la región norte del país.

El análisis estadístico de los resultados se realizó utilizando la media, desviación estándar, mediana, el coeficiente de variación de los datos y una comparación utilizando la prueba de t.

E. Cálculo Teórico de la Composición Proximal del Pan

El cálculo teórico de la composición proximal del pan se basó en la utilización de una receta estándar para la elaboración de los dos tipos de pan (francés y dulce), además del uso de la composición correspondiente a cada ingrediente de la receta de cada pan. Estos cálculos se realizaron siguiendo el procedimiento obtenido del Compilig Data for Food Composition Data Bases (1991) (25).

1. Conocer el peso de los componentes que conforman la receta para la elaboración de los diferentes tipos de pan.
2. Determinar el peso total bruto de la masa.
3. Calcular el número de panes que se producen sabiendo el peso promedio por pan el peso total de la masa
4. Calcular el peso promedio por pan, sabiendo que al momento de la cocción se pierde el 18% del peso total de cada pan. En base a este dato calcule el peso neto de la masa total.
5. Calcular el porcentaje de energía, proteína, grasa y ceniza de cada componente del pan, en base a los datos de la receta y de la composición de los ingredientes (Datos proporcionados por la Nutrient Database for Estándar Reference y por la Tabla de Composición de Alimentos del INCAP.

Ej: Energía para la harina del pan
Peso 2000 g
Energía g/100g (USDA). 401 Kcal

Energía en base a la receta= $(401/100) * 2000 \text{ g} = 8020 \text{ Kcal}$

6. Sumar el porcentaje de Energía, proteína, grasa y ceniza para cada parámetro de acuerdo a los resultados del inciso anterior.
7. Dividir la sumatoria de cada dato dentro del peso neto de la masa y multiplicarlo por 100. Este es el resultado para cada ingrediente de la receta.

F. Metodologías Analíticas

1. Humedad

Metodología AOAC No. 925.09 y 925.10. Es un método gravimétrico que se basa en la desecación de la muestra durante 8 horas, utilizando un horno con circulación de aire y trampa de ácido sulfúrico, La muestra debe de tener un peso conocido entre 1 y 2 gramos para que la humedad pueda ser extraída de una manera eficiente.

2. Ceniza

Metodología AOAC No. 936.07, 937.08 y 923.03 Método gravimétrico, que utiliza entre 1 y 2 gramos de muestra; esta última es sometida a un proceso térmico a 600°C durante 14-16 horas. El método se basa en la descomposición de la materia orgánica por medio del proceso térmico y la determinación del contenido de materia inorgánica o ceniza.

3. Proteína Cruda

Metodología AOAC No. 920.87. Método que determina la cantidad de nitrógeno presente en 0.1 gramos de muestra. El método consiste en someter la muestra a un proceso catalítico, del cual se genera sulfato de amonio. Este último es titulado por medio de un ácido estándar, dando como resultado la cantidad de nitrógeno presente en la muestra. Luego dependiendo del alimento en análisis se utiliza un factor de conversión para determinar la cantidad de proteína presente en el alimento.

4. Grasa Cruda

Metodología AOAC No. 920.85 y 922.06. Método gravimétrico que se basa en la extracción del contenido graso de una muestra, utilizando eter dietílico. La muestra es sometida a un proceso de reflujo, por espacio de 12 horas, en las cuales el alimento está en contacto con el solvente. Luego por un proceso de evaporación el solvente es retirado, dejando libre el contenido graso del alimento.

G. Verificación de los parámetros de Validación de los métodos del análisis proximal.

Para la verificación de los parámetros de validación de los métodos utilizados en el análisis proximal se utilizaron 3 matrices:

- Ø Harina de Trigo
- Ø Galleta Nutricionalmente mejorada
- Ø Harina Compuesta (Incaparina)

1. Exactitud

En este parámetro se utilizó un material de referencia (Infant Formula 1846) el cual se analizó a lo largo de tres días; los resultados fueron comparados con los datos reportados por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de Estados Unidos de América (NIST), obteniéndose el porcentaje de recuperación para cada método.

$$\% \text{ Recuperación} = \frac{\text{Valor Obtenido}}{\text{Valor Estándar}} \times 100$$

2. Precisión

a. Variación Intraensayo

Para cada matriz se analizaron 10 muestras en un mismo día, durante tres días no consecutivos.

$$VI = \text{Promedio de } CV_{(\text{Corridas})} \pm \text{Desviación Estándar}$$

b. Variación Interensayo

Cada matriz fue analizada en triplicado durante tres días diferentes.

$$Vinter = \text{Coeficiente de Variación de los Promedios }_{(\text{Corridas})}$$

c. Límite de Detección y Cuantificación

Para el método de proteína se analizaron 10 muestras de almidón (blanco de matriz) y 10 muestras de blanco de reactivo en dos días diferentes.

$$\text{Límite de Detección (LD)} = \text{Promedio de blancos} \pm 3 \text{ Desviaciones Estándar}$$

$$\text{Límite de Cuantificación (LC)} = \text{Promedio de blancos} \pm 10 \text{ Desviaciones Estándar}$$

d. Variación de los Resultados dependiendo el tamaño de Muestra

Para cada método en dos días diferentes se tomaron diferentes cantidades de muestra ($\frac{1}{2}$ X, 1X, 2X, 3X y 5X) tomando como referencia de X la cantidad de muestra reportada para los métodos oficiales (ver Tabla No. 3)

Tabla No. 3

Peso de la muestra utilizada para la determinación de la Variación de los Resultados dependiendo el tamaño de Muestra

Parámetro	Peso de la Muestra (gramos)				
	$\frac{1}{2}$ X	1X	2X	3X	5X
Humedad	1	2	4	6	10
Ceniza	1	2	4	6	10
Grasa	0.5	1	2	3	5
Proteína	0.05	0.1	0.2	0.3	0.5

H. Recursos Económicos e Institucionales

1. Económicos

El Laboratorio de Composición de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) proporcionó el equipo, material y reactivos necesarios para la investigación. El costo del estudio fue de US\$ 1,800.00 que incluye costo de estandarización de los métodos, transporte, muestreo y análisis químico de las muestras.

2. Institucionales

Se contará con el apoyo y asesoramiento del personal del Laboratorio de Composición de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)

VIII. RESULTADOS

A. Validación de Métodos

Los métodos que se aplicaron en el análisis proximal de este estudio fueron validados usando un material estándar de referencia (Infant Formula NIST 1846), el cual contiene un certificado con los resultados de los diferentes parámetros obtenidos por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de los Estados Unidos, para que sean comparados con los datos encontrados experimentalmente, y así validar la exactitud de un método.

Un resumen de los resultados obtenidos en dicha validación se presentan en el cuadro No. 4. En este cuadro se puede observar que todos los métodos aplicados en el análisis proximal se encuentran por arriba del 96% de recuperación (ver anexo 4 Cuadro No.19); lo que demuestra la exactitud de los mismos.

La validación de la variación intra-ensayo para los métodos, se realizó utilizando 3 matrices diferentes (Harina de Trigo, Incaparina y Galleta Nutricionalmente mejorada), por medio de las cuales se pudo determinar que la variación dentro de cada ensayo es aceptable, ya que el promedio de los coeficientes de variación se encontró por debajo del 1.5% (ver anexo 4 Cuadro No.20). La variación inter-ensayo de las metodologías fue menor del 1.4% (Anexo 4 Cuadro No. 21)

Un parámetro importante en el proceso de validación de los métodos del análisis proximal, es la variación de los resultados dependiendo del tamaño de la muestra. En los cuadros No 5 y 6 se encuentran los resultados obtenidos en la verificación de este parámetro en los métodos utilizados en el estudio.

En lo que respecta al parámetro de grasa se utilizó galleta nutricionalmente mejorada como única matriz, debido a que el contenido de grasa en la harina de trigo y en la Incaparina es bajo. Se puede observar que en todos los análisis, la variación de los resultados al utilizar diferentes cantidades de muestra no es significativa.

Cuadro No. 4
Resultados de la validación de los métodos aplicados para el Análisis Proximal

Parámetro	Método	Matriz	Resultado	
Exactitud (% recuperación)	Humedad	Infant Formula	$\bar{X} \pm D.E. (\%)$	
	Ceniza		96 ± 4	
	Proteína		100 ± 0.3	
	Grasa		99.9 ± 0.1	
Precisión	Humedad	Harina de Trigo	Intraensayo $\bar{X}_{cv} \pm D.E. (\%)$	Interensayo CV (%)
		Galleta	0.4 ± 0.1	0.22
		Incaparina	1.2 ± 0.1	0.92
	Ceniza	Harina de Trigo	1 ± 1	0.94
		Galleta	1.3 ± 0.2	1.4
		Incaparina	0.6 ± 0.5	0.31
	Proteína	Harina de Trigo	0.8 ± 0.2	0.23
		Galleta	1.4 ± 0.5	0.78
		Incaparina	0.8 ± 0.4	0.29
	Grasa	Galleta	1.2 ± 0.2	1.2
		Incaparina	0.34 ± 0.10	0.28
	Límite de Detección	Proteína	Blanco de Matriz (almidón)	%
Blanco de reactivo			0.8 ± 0.1	
			0.14 ± 0.01	
Límite de Cuantificación	Proteína	Blanco de Matriz	%	
		Blanco de reactivo	1.7 ± 0.1	
			0.23 ± 0.01	

Cuadro No. 5

Variación de los Resultados obtenidos con los métodos de humedad y proteína aplicados en 3 matrices diferentes y con distintos tamaños de muestra

Tamaño de muestra	Porcentaje de Humedad			Tamaño de muestra	Porcentaje de Proteína		
	Harina de Trigo $\bar{X} \pm D.E.$	Galleta $\bar{X} \pm D.E.$	Incaparina $\bar{X} \pm D.E.$		Harina de Trigo $\bar{X} \pm D.E.$	Galleta $\bar{X} \pm D.E.$	Incaparina $\bar{X} \pm D.E.$
½ X (1g)	13.3 ± 0.03	1.65 ± 0.012	9.77 ± 0.01	½ X (0.05g)	12.66 ± 0.04	9.50 ± 0.008	23.44 ± 0.94
X (2g)	13.2 ± 0.05	1.67 ± 0.004	8.13 ± 0.44	X (0.1g)	13.44 ± 0.16	9.51 ± 0.030	23.12 ± 0.00
2X (4g)	13.3 ± 0.07	1.60 ± 0.036	8.15 ± 0.47	2X (0.2g)	13.23 ± 1.83	9.52 ± 0.009	23.09 ± 0.75
3X (6g)	13.1 ± 0.05	1.64 ± 0.024	8.12 ± 0.40	3X (0.3g)	13.47 ± 0.23	9.54 ± 0.030	23.42 ± 0.87
5X (10g)	13.1 ± 0.12	1.58 ± 0.028	8.27 ± 0.11	5X (0.5g)	13.25 ± 0.05	9.50 ± 0.030	22.71 ± 0.06

Cuadro No. 6

Variación de los Resultados obtenidos con los métodos de grasa y ceniza aplicados en 3 matrices diferentes y con distintos tamaños de muestra

Tamaño de muestra	Porcentaje de Grasa	Tamaño de muestra	Porcentaje de Ceniza		
	Galleta $\bar{X} \pm D.E.$		Harina de Trigo $\bar{X} \pm D.E.$	Galleta $\bar{X} \pm D.E.$	Incaparina $\bar{X} \pm D.E.$
½ X (1g)	21.43 ± 0.15	½ X (0.5g)	0.552 ± 0.003	2.50 ± 0.002	4.47 ± 0.01
X (2g)	21.48 ± 0.34	X (1g)	0.547 ± 0.004	2.51 ± 0.004	4.44 ± 0.03
2X (4g)	21.33 ± 0.18	2X (2g)	0.551 ± 0.008	2.52 ± 0.008	4.44 ± 0.04
3X (6g)	21.25 ± 0.24	3X (3g)	0.550 ± 0.005	2.51 ± 0.005	4.42 ± 0.02
5X (10g)	21.28 ± 0.04	6X (6g)	0.549 ± 0.006	2.51 ± 0.006	4.42 ± 0.03

B. Composición Proximal del Pan

Las muestras utilizadas en este estudio fueron tomadas de los diferentes departamentos del país, siguiendo para esto el procedimiento diseñado para este fin (Ver anexo 2). Al ingreso en los laboratorios del INCAP, las muestras fueron colocadas en bolsas Zip-loc y almacenadas en congeladores a -20°C . Posteriormente se descongelaron y se pesaron, determinándose el peso promedio por pan para cada departamento. En el caso del pan dulce se encontró una gran variación tanto en el peso como en el tamaño, ya que se incluyeron muestras de pan tostado y redondo. En el caso del pan francés el tamaño y el peso fue similar para todas las muestras.

El peso promedio, tanto para el pan francés como para el pan dulce, fue aproximadamente de 35 y 36 gramos por unidad respectivamente; sin embargo, como se puede observar en el cuadro 7, existe diversidad en el peso de las dos clases de pan.

El departamento de Suchitepéquez presenta los pesos más elevados para ambos tipos de pan, mientras los más pequeños se encontraron en el departamento de Santa Rosa. También cabe mencionar que en el altiplano se elaboran panes grandes mientras que en el área oriental y norte los panes son más pequeños.

Cuadro No. 7

Peso promedio de la unidad de pan muestreado por departamento

Departamento	Pan Francés (g)	Pan Dulce (g)
Quiché	42 ± 5	41 ± 5
Jalapa	36 ± 1	29 ± 2
Santa Rosa	22 ± 2	21 ± 1
Baja Verapaz	26 ± 3	29 ± 3
Izabal	33 ± 3	32 ± 2
Suchitepéquez	56 ± 4	50 ± 5
San Marcos	45 ± 5	40 ± 5
Jutiapa	29 ± 2	43 ± 2
Quetzaltenango	28 ± 1	37 ± 5
Sololá	40 ± 2	38 ± 5
Retalhuleu	36 ± 6	32 ± 4
Totonicapán	37 ± 6	37 ± 5
Capital	27 ± 11	36 ± 22
Promedio ± D.E.	35 ± 9	36 ± 7

1. Pan Francés

a. Base Seca

Los resultados del análisis proximal para el pan francés en base seca se presentan en el cuadro No.8. Estos datos no presentan mayor variación entre los departamentos, excepto el parámetro de grasa, en el cual se encuentran valores que van desde el 2.42 g/100g en Quetzaltenango hasta 9.98 g/100g en Jalapa. La variación en el parámetro de grasa también se encuentra reflejada en los valores de energía, ya que esta se calcula con base en la composición proximal.

El parámetro de proteína en base seca para el pan francés muestra una disminución significativa del 8.5% en comparación con el dato de proteína calculado de la TCA. El contenido de grasa, al igual que el contenido de ceniza para este tipo de pan presentan diferencias significativas al ser comparadas con los datos de la TCA. La cantidad de grasa presente en el pan francés se ha incrementado en un 260%, mientras que la cantidad de ceniza ha disminuido en un 48%.

Por el contrario, el contenido de carbohidratos presentes en el pan francés, no ha variado de una forma significativa, ya que presenta una diferencia del 1.97% con respecto al contenido de carbohidratos reportado en el TCA

La cantidad de energía encontrada en el presente estudio para el pan francés supera de una forma significativa el parámetro reportado en la TCA, ya que evidencia una variación del 4.19%.

b. Base Fresca

Es importante mencionar que los resultados en base fresca se obtienen a partir de la determinación de cada parámetro del análisis proximal, pero realizando una corrección del resultado por la humedad total de cada pan. Es por ello que los resultados en fresco, presentados por departamento, cambian drásticamente en comparación a los resultados en base seca. Esto se debe a que los valores de humedad del pan fueron diferentes para cada departamento. La cantidad de humedad total de cada pan influye inversamente proporcional a la cantidad de cada parámetro del análisis proximal, ya que a mayor humedad es menor cantidad de cada valor proximal en fresco.

En el cuadro No.9 se presentan los resultados en fresco para el pan francés. En lo que respecta al parámetro de humedad para este tipo de pan se puede observar que su valor promedio es de 26.6%, este dato presenta una disminución de 0.4%; la cual no es una variación significativa comparada con el valor presentado en la Tabla de Composición de Alimentos del INCAP (1996) (TCA). Totonicapán y Suchitepéquez son los departamentos que presentan el valor mínimo y máximo para el parámetro de humedad, 23.3 y 29.8 % respectivamente.

Las diferencias que presentan el resto de parámetros del análisis proximal del pan francés en base fresca, en comparación con los datos de la TCA, son similares a las observadas en base seca, esto se debe a que el contenido promedio de humedad para este pan no presentó una variación significativa, en comparación con el dato reportado en la TCA. Por lo tanto la corrección por humedad que se realizó en este estudio y la realizada en la Tabla de Composición de Alimentos del INCAP es relativamente igual en cuanto a su valor.

Cuadro No. 8
Composición química del pan francés de consumo popular en Guatemala
(Expresados en 100 g de base seca)

Departamento	Humedad total (g)	Proteína cruda ¹ (g)	Grasa cruda ¹ (g)	Ceniza (g)	Carbohidratos ² Totales (g)	Energía ³ (kcal)
Quiché	25.5	11.9	7.21	2.01	78.9	428
Jalapa	26.3	13.2	9.98	1.21	75.6	445
Santa Rosa	26.8	13.8	5.70	1.35	79.2	423
Baja Verapaz	29.1	13.5	9.75	1.30	75.5	444
Izabal	29.4	13.2	4.52	1.63	80.7	416
Suchitepéquez	29.8	13.7	4.00	1.49	80.8	414
San Marcos	24.6	13.5	3.47	1.12	81.9	413
Jutiapa	28.1	13.9	3.56	1.82	80.7	410
Quetzaltenango	24.8	12.7	2.42	1.29	83.6	407
Sololá	25.7	10.3	6.42	1.69	81.6	425
Retalhuleu	23.4	12.3	7.71	1.60	78.4	432
Totonicapán	23.3	11.7	7.19	1.70	79.4	429
Capital	29.3	13.4	4.37	1.70	80.5	415
$\bar{X} \pm D.E.$	26.6 \pm 2.3	12.9 \pm 1.0	5.87 \pm 2.4	1.53 \pm 0.3	79.8 \pm 2.3	423 \pm 12
C.V.	8.7	8.2	41.1	17.1	2.9	2.9
Mediana	26.3	13.2	5.70	1.60	80.5	423
Intervalo de confianza $\alpha=95\%$	25.2-28.1	12.3-13.5	4.36-7.39	1.34-1.72	78.4-81.2	415-431
Mínimo - máximo	23.3-29.8	10.3-13.9	2.42-9.98	1.12-2.01	75.5-83.6	407-445

1= El factor de conversión utilizado para el cálculo de proteína fue de 5.70

2= 100-(Humedad total + proteína cruda +grasa cruda +ceniza)

3= (Proteína cruda *4) + (grasa cruda *9) + (carbohidratos totales *4)

\bar{X} = Media

D.E. = Desviación Estándar

C.V.= Coeficiente de Variación

Cuadro No. 9
Composición química del pan francés de consumo popular en Guatemala
(Expresados en 100 g de base fresca)

Departamento	Humedad total (g)	Proteína cruda ¹ (g)	Grasa cruda (g)	Ceniza (g)	Carbohidratos ² Totales (g)	Energía ³ (kcal)
Quiché	25.5	8.87	5.37	1.50	58.8	319
Jalapa	26.3	9.71	7.35	0.89	55.7	328
Santa Rosa	26.8	10.1	4.17	0.99	57.9	310
Baja Verapaz	29.1	9.54	6.91	0.92	53.5	314
Izabal	29.4	9.29	3.19	1.15	57.0	294
Suchitepéquez	29.8	9.64	2.81	1.05	56.7	291
San Marcos	24.6	10.2	2.62	0.84	61.8	311
Jutiapa	28.1	10.0	2.56	1.31	58.0	295
Quetzaltenango	24.8	9.56	1.82	0.97	62.9	306
Sololá	25.7	7.64	4.77	1.26	60.6	316
Retalhuleu	23.4	9.41	5.91	1.23	60.1	331
Totonicapán	23.3	8.95	5.51	1.30	60.9	329
Capital	29.3	9.51	3.09	1.20	56.9	293
$\bar{X} \pm D.E.$	26.6 \pm 2.3	9.42 \pm 0.7	4.31 \pm 1.8	1.12 \pm 0.2	58.5 \pm 2.6	311 \pm 14
C.V.	8.7	7.0	41.5	17.4	4.5	4.6
Mediana	26.3	9.54	4.17	1.15	58.0	311
Intervalo de confianza $\alpha=95\%$	25.2-28.0	8.98-9.86	3.18-5.44	0.99-1.25	56.9-60.1	302-320
Mínimo – máximo	23.3-29.8	7.64-10.0	1.82-7.35	0.845-1.50	53.5-62.9	291-331

1= El factor de conversión utilizado para el cálculo de proteína fue de 5.70

2 100-(Humedad total + proteína cruda + grasa cruda +ceniza)

3 (Proteína cruda *4) + (grasa cruda *9) + (carbohidratos totales *4)

\bar{X} = Media

D.E. = Desviación Estándar

C.V.= Coeficiente de Variación

2 Pan Dulce

a. Base Seca

Los resultados para el pan dulce en base seca se encuentran en el cuadro 10. Los datos del análisis proximal del pan dulce en base seca presentan variaciones importantes. El parámetro de

proteína presenta valores que van desde 7.23 a 9.86 g/100g. El valor promedio de este parámetro presenta una variación significativa del 23.4% en comparación con el dato de la TCA.

El parámetro de grasa y de energía presentan una disminución de 37.0% y 6.97% respectivamente; por el contrario el contenido de ceniza se incrementó en un 31.7%. De la misma forma, el contenido de carbohidratos aumentó 6.88, todo en comparación con los datos de la TCA.

La cantidad de energía que brinda el pan dulce en base seca disminuyó en 6.97% en comparación al dato encontrado en la TCA, esto se debe a que la cantidad de grasa que contiene este pan se redujo en 7 g/100g.

b. Base fresca

En lo que respecta a los resultados obtenidos en base fresca (ver cuadro No.11), se puede observar que el promedio de humedad para el pan dulce (16.6%) presenta un aumento del 61.2% con respecto al dato encontrado en la TCA del INCAP de 1996. Esta diferencia de datos, permite que los resultados en base seca y en base fresca para el pan dulce, no presenten una misma tendencia en cuanto a sus porcentajes de variación con respecto a la Tabla de Composición de Alimentos del INCAP.

La proteína encontrada en el pan dulce se encuentra 14.5% por encima del dato presentado en la TCA del INCAP. Del mismo modo el contenido de ceniza se incrementó en un 23.6% sobre el dato de la TCA.

El parámetro de grasa en fresco para el pan dulce presentó una variación bastante evidente comparado con el dato presentado en la TCA. Se observó que el valor promedio encontrado en el estudio (10.1%) disminuyó un 41.3% en comparación con el dato informado, variación que afecta directamente la cantidad de energía para este tipo de pan.

Los carbohidratos totales disminuyeron en un 0.46% comparado con el dato de la TCA. Quiché fue el departamento con menor cantidad de carbohidratos, mientras que Santa Rosa presentó el valor máximo. El contenido de energía de la misma forma bajó en 13.5% en comparación con el dato de la TCA, esto se debe primordialmente a la disminución en el contenido de grasa.

Cuadro No. 10
Composición química del pan Dulce de consumo popular en Guatemala
(Expresados en 100 g de base seca)

Departamento	Humedad total (g)	Proteína ¹ cruda (g)	Grasa cruda (g)	Ceniza (g)	Carbohidratos ² Totales (g)	Energía ³ (kcal)
Quiché	24.1	9.32	11.1	1.03	78.6	452
Jalapa	16.5	7.45	11.5	1.59	79.5	451
Santa Rosa	12.1	7.23	10.0	1.86	80.9	442
Baja Verapaz	17.8	8.33	10.6	1.14	79.9	448
Izabal	20.7	9.44	7.94	1.92	80.7	432
Suchitepéquez	16.6	8.20	13.1	1.77	76.9	458
San Marcos	10.8	7.59	11.1	2.27	79.0	446
Jutiapa	15.3	7.90	12.6	1.59	77.9	457
Quetzaltenango	18.3	9.15	12.4	1.22	77.2	457
Sololá	18.6	9.06	13.5	1.58	75.9	461
Retalhuleu	12.5	8.65	15.0	1.59	74.8	469
Totonicapán	15.7	9.86	14.7	1.52	73.9	467
Capital	16.3	8.71	13.8	1.95	75.5	461
$\bar{X} \pm D.E..$	16.6 \pm 3.6	8.53 \pm 0.8	12.1 \pm 2.0	1.62 \pm 0.3	77.7 \pm 2.3	454 \pm 10
C.V.	21.8	9.70	16.5	21.4	2.9	2.3
Mediana	16.5	8.65	12.4	1.59	77.9	457
Intervalo de confianza $\alpha=95\%$	14.3-18.9	8.03-9.03	10.8-13.3	1.43-1.81	76.3-79.2	448-460
Mínimo - máximo	10.8-24.1	7.23-9.86	7.94-15.0	1.03-2.27	73.9-80.9	442-469

1= El factor de conversión utilizado para el cálculo de proteína fue de 5.70

2= 100-(Humedad total+proteína cruda+grasa cruda+ceniza)

3= (Proteína cruda*4) + (grasa cruda *9) + (carbohidratos totales *4)

\bar{X} = Media

D.E. = Desviación Estándar

Cuadro No. 11
Composición química del pan Dulce de consumo popular en Guatemala
(Expresados en 100 g de base fresca)

Departamento	Humedad total (g)	Proteína ¹ cruda (g)	Grasa cruda (g)	Ceniza (g)	Carbohidratos ² Totales (g)	Energía ³ (kcal)
Quiché	24.1	7.08	8.41	0.78	59.6	343
Jalapa	16.5	6.23	9.59	1.33	66.4	377
Santa Rosa	12.1	6.36	8.76	1.64	71.2	389
Baja Verapaz	17.8	6.85	8.69	0.94	65.7	368
Izabal	20.7	7.49	6.30	1.52	64.0	343
Suchitepéquez	16.6	6.84	10.89	1.48	64.2	382
San Marcos	10.8	6.77	9.91	2.03	70.5	398
Jutiapa	15.3	6.69	10.68	1.35	66.0	387
Quetzaltenango	18.3	7.47	10.13	1.01	63.1	373
Sololá	18.6	7.38	10.90	1.29	61.8	375
Retalhuleu	12.5	7.56	13.10	1.39	65.4	410
Totonicapán	15.7	8.30	12.40	1.28	62.3	394
Capital	16.3	7.29	11.54	1.63	63.2	386
$\bar{X} \pm D.E.$	16.6 \pm 3.6	7.10 \pm 0.6	10.1 \pm 1.8	1.36 \pm 0.3	64.9 \pm 3.3	379 \pm 20
C.V.	21.8	8.0	17.9	24.1	5.0	5.2
Mediana	16.5	7.1	10.1	1.35	64.2	382
Intervalo de confianza $\alpha=95\%$	14.3 – 18.9	6.72-7-48	8.97-11.23	1.17-1.55	62.8-67.0	366-392
Mínimo - máximo	10.8-24.1	6.23-8.30	6.30-13.10	0.78-2.03	59.6-71.2	343-410

1= El factor de conversión utilizado para el cálculo de proteína fue de 5.70

2= 100-(Humedad total+proteína cruda+grasa cruda+ceniza)

3= (Proteína cruda*4) + (grasa cruda *9) + (carbohidratos totales *4)

\bar{X} = Media

D.E. = Desviación Estándar

C.V.= Coeficiente de Variación

c. Datos por Unidad de Pan Frances y Pan Dulce

La composición química de las unidades de pan, está condicionada por el peso promedio de los panes, además del tamaño de los mismos para cada departamento. Se puede observar que las unidades de pan francés de los departamentos de Jalapa y Quiché contienen mayor cantidad de grasa (cuadro No.12) y en consecuencia proveen mayor cantidad de energía. Sin embargo, en este análisis no se está considerando el precio de la unidad, la cual se encuentra influenciada por una cantidad determinada y específica de ingredientes.

Las unidades de pan dulce del departamento de Suchitepéquez contienen mayor cantidad de proteína, grasa, carbohidratos y energía porque el peso de sus unidades fue bastante alto comparado con los otros departamentos. El único parámetro de este departamento que no se presenta como valor máximo es la ceniza.

Santa Rosa es el departamento que contiene menor cantidad de proteína y grasa y por lo tanto proveen menor cantidad de carbohidratos y energía. (Ver cuadro 13).

Cuadro No. 12
Composición química del Pan Francés de consumo popular en Guatemala
(expresada por unidad de pan en base seca y fresca)

Departamento	Peso (g)	Humedad total	Proteína cruda ¹		Grasa cruda		Ceniza		Carbohidratos ² Totales		Energía ³	
			Base seca	En fresco	Base seca	En fresco	Base seca	En fresco	Base seca	En fresco	Base seca	En fresco
		g/unidad	g/unidad	g/unidad	g/unidad	G/unidad	g/unidad	g/unidad	g/unidad	g/unidad	Kcal/unidad	Kcal/unidad
Quiché	41.6	10.6	4.95	3.69	3.00	2.23	0.836	0.623	32.8	24.4	178	133
Jalapa	35.7	9.4	4.71	3.47	3.56	2.63	0.432	0.318	27.0	19.9	159	117
Santa Rosa	22.5	6.0	3.11	2.27	1.28	0.938	0.304	0.222	17.8	13.0	95	70
Baja Verapaz	26.0	7.6	3.50	2.48	2.54	1.80	0.338	0.240	19.6	13.9	115	82
Izabal	33.1	9.7	4.35	3.08	1.50	1.06	0.540	0.381	26.7	18.9	138	97
Suchitepéquez	55.8	16.6	7.67	5.38	2.23	1.57	0.831	0.583	45.1	31.6	231	162
San Marcos	45.0	11.1	6.07	4.57	1.56	1.18	0.504	0.380	36.9	27.8	186	140
Jutiapa	29.1	8.2	4.05	2.91	1.04	0.745	0.530	0.381	23.5	16.9	119	86
Quetzaltenango	28.3	7.0	3.60	2.71	0.68	0.515	0.365	0.275	23.7	17.8	115	87
Sololá	40.5	10.4	4.16	3.09	2.60	1.93	0.684	0.508	33.1	24.6	172	128
Retalhuleu	36.0	8.4	4.42	3.39	2.78	2.13	0.576	0.441	28.2	21.6	156	119
Totonicapán	37.2	8.7	4.34	3.33	2.67	2.05	0.632	0.485	29.6	22.7	160	122
Capital	26.8	7.9	3.60	2.55	1.17	0.828	0.455	0.321	21.6	15.2	111	79
$\bar{X} \pm D.E.$	35.2 ± 9.1	9.35 ± 2.6	4.50 ± 1.2	3.30 ± 0.9	2.05 ± 0.9	1.51 ± 0.7	0.541 ± 0.2	0.40 ± 0.13	28.1 ± 7.5	20.6 ± 5.5	149 ± 38.0	109 ± 28
Mediana	35.7	8.70	4.34	3.09	2.23	1.57	0.530	0.38	27.0	19.9	156	117
Intervalo de confianza $\alpha=95\%$		7.71-11.0	3.74-5.27	2.76-3.85	1.49-2.61	1.09-1.93	0.433-0.648	0.32-0.48	23.4-32.8	17.2-24.1	125-173	91.7-127
Mínimo y máximo	22.5-55.8	6.0-16.6	3.11-7.67	2.27-5.38	0.68-3.56	0.515-2.63	0.304-0.831	0.222-0.623	17.8-45.1	13.0-31.6	95-231	70-162

1= El factor de conversión utilizado para el cálculo de proteína fue de 5.70

2= 100-(Humedad total + proteína cruda +grasa cruda +ceniza)

3= (Proteína cruda *4) + (grasa cruda *9) + (carbohidratos totales *4)

\bar{X} = Media

D.E. = Desviación Estándar

Cuadro No. 13
Composición química del pan dulce de consumo popular en Guatemala
(Expresada por unidad de pan en base seca y fresca)

Departamento	Peso (g)	Humedad total	Proteína cruda		Grasa cruda		Ceniza		Carbohidratos ¹ Totales		Energía ²	
			Base seca	En fresco	Base seca	En fresco	Base seca	En fresco	Base seca	En fresco	Base seca	En fresco
		g/unidad	g/unidad	g/unidad	g/unidad	g/unidad	g/unidad	g/unidad	g/unidad	g/unidad	g/unidad	Kcal/unidad
Quiché	41.3	9.95	3.85	2.92	4.58	3.47	0.425	0.323	32.4	24.6	186	141
Jalapa	28.6	4.71	2.13	1.78	3.28	2.74	0.455	0.380	22.7	19.0	129	108
Santa Rosa	20.6	2.49	1.49	1.31	2.05	1.80	0.383	0.337	16.7	14.7	91.1	80
Baja Verapaz	28.6	5.09	2.38	1.96	3.02	2.48	0.326	0.268	22.9	18.8	128	105
Izabal	32.5	6.73	3.07	2.43	2.58	2.05	0.624	0.495	26.2	20.8	140	111
Suchitepéquez	49.9	8.29	4.09	3.41	6.52	5.43	0.883	0.736	38.4	32.0	229	191
San Marcos	40.0	4.30	3.03	2.71	4.44	3.96	0.908	0.810	31.6	28.2	179	159
Jutiapa	43.2	6.61	3.41	2.89	5.45	4.61	0.687	0.582	33.7	28.5	197	167
Quetzaltenango	36.7	6.71	3.36	2.74	4.55	3.72	0.451	0.369	28.3	23.2	168	137
Sololá	37.5	6.98	3.40	2.77	5.04	4.11	0.593	0.484	28.5	23.2	173	141
Retalhuleu	32.4	4.05	2.80	2.45	4.87	4.26	0.515	0.450	24.2	21.2	152	133
Totonicapán	36.9	5.79	3.64	3.06	5.42	4.56	0.561	0.472	27.3	23.0	172	145
Capital	35.5	5.80	3.09	2.59	4.90	4.10	0.691	0.578	26.8	22.4	164	137
$\bar{X} \pm D.E.$	35.7 ± 7.4	5.96 ± 1.9	3.06 ± 0.7	2.54 ± 0.6	4.36 ± 1.3	3.64 ± 1.1	0.577 ± 0.2	0.483 ± 0.2	27.7 ± 5.6	23.0 ± 4.6	162 ± 34.9	135 ± 29
Mediana	36.7	5.80	3.09	2.71	4.58	3.96	0.561	0.472	27.3	23.0	168	137
Intervalo de confianza $\alpha=95\%$		4.75-7.18	2.61-3.51	2.18-2.90	3.56-5.16	2.96-4.32	0.464-0.690	0.383-0.584	24.2-31.2	20.2-25.9	140-184	117-153
Mínimo y máximo	20.6-49.9	2.49-9.95	1.49-4.09	1.31-3.41	2.05-6.52	1.80-5.43	0.326-0.908	0.268-0.810	16.7-38.4	14.7-32.0	91.1-229	80-191

1= 100-(Humedad total + proteína cruda +grasa cruda +ceniza)

2= (Proteína cruda *4) + (grasa cruda *9) + (carbohidratos totales *4)

\bar{X} = Media

D.E. = Desviación Estándar

3. Cálculo Teórico

La composición proximal teórica del pan dulce y pan francés se calculó de acuerdo al procedimiento presentado en el libro Compiling Data for Composition Data Bases (Cuadro No.14). La receta utilizada para este fin fue proporcionada por un panadero industrial para cada tipo de pan. Ver Anexo 4 cuadros No.26, 27 y 28.

Cuadro No. 14
Composición Proximal Teórica en 100 gramos de Pan Dulce y Francés

Parámetro	Tipo de Pan	
	Pan Dulce	Pan Francés
Energía (kcal/100g)	375.3	312.9
Proteína (g/100g)	8.2	9.8
Grasa (g/100g)	10.6	2.7
Ceniza (g/100g)	2.3	1.7
Carbohidratos (g/100g)	62.9	62.8

Dato obtenido en base al peso total de los panes elaborados de acuerdo a la receta presentada.

IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La tabla de composición de alimentos (TCA) del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), es utilizada como referencia para conocer el contenido nutricional de los alimentos usuales en la región centroamericana. El estudio que se presenta se realizó con el propósito de verificar los datos existentes en la TCA o bien la actualización de los mismos.

Es importante señalar que para este tipo de estudios es necesario registrar el peso de los panes al momento del muestreo, ya que de lo contrario, la cantidad de humedad presente en el pan podría variar, y por ende variaría el contenido de nutrientes en base húmeda, al igual que el contenido de los mismos por unidad de pan; por lo que se recomienda tomar en cuenta este tipo de consideraciones al realizar futuros estudios. Sin embargo en el presente estudio se trató de minimizar el error de pérdida de humedad, metiendo el pan en bolsas con cierre hermético y eliminando al máximo el contenido de aire dentro de la bolsa.

A. Pan Francés

1. Base Seca

Al momento de realizar las comparaciones entre los datos en base seca y los datos provenientes de la TCA del INCAP para el pan francés, se puede ver que las diferencias son estadísticamente significativas, ya que el “p-value” comparativo para cada uno de los parámetros es muy bajo; únicamente el parámetro de carbohidratos se puede comparar con el dato presentado en la TCA. Por lo que se considera que las recetas y la materias primas utilizadas para la elaboración del pan francés han variado desde los años 60 hasta la fecha, ya que las proporciones en la composición química en el pan han cambiado (ver cuadro No.15)

Una de las variaciones más significativas en el pan Francés es el porcentaje de grasa, el cual ha aumentado significativamente y se encuentra por encima del valor reportado en la TCA, lo cual se refleja en un aumento de la cantidad de energía aportada a la dieta del consumidor.

El valor de ceniza encontrado en este estudio es bajo en comparación con los datos reportados en la TCA. Esto se puede deber a que en la actualidad la cantidad de molinos artesanales ha disminuido y se ha centralizado la producción en grandes fábricas modernas, las cuales poseen una tecnología de elaboración de la harina de trigo que permite que la misma se obtenga más blanca y con menos contenido de fibra.

Cuadro No. 15
 Comparación de los Resultados del Análisis Proximal del pan Francés con los datos provenientes
 de la Tabla de Composición de Alimentos del INCAP de 1996.
(Base Seca)

Parámetro	TCA 1996	Resultado estudio	Valor t comparativo* (1996)	p- value comparativo** (1996)
Proteína total (g/100g)	14.1	12.9 ± 1.0	4.3	0.001
Grasa (g/100g)	1.64	5.9 ± 2.4	6.4	<0.0001
Ceniza (g/100g)	2.86	1.5 ± 0.3	16.4	<0.0001
Carbohidratos (g/100g)	81.4	79.8 ± 2.3	2.5	0.0279
Energía (kcal/100g)	406	423 ± 12	5.1	0.0003

* El máximo valor t crítico es de 2.18 (t $\alpha/2=0.025$)

** Error $\alpha= 0.05$

2. Base Fresca

Los parámetros de humedad y carbohidratos para el pan francés presentados por la tabla de composición de alimentos de 1996 en base fresca, no superan el intervalo de confianza determinado en el presente estudio. Además su "p-value" comparativo es más alto que el error alfa, por lo que se considera que la variación no es estadísticamente significativa, comparada con los datos obtenidos experimentalmente. Por el contrario, los resultados promedio de ceniza, grasa, proteína y energía determinados en este estudio, presentan una variación que supera los intervalos de confianza al ser comparados con los datos de TCA de 1996. (ver cuadro No.16)

Es importante observar que los resultados de proteína total y energía son comparables con los datos calculados teóricamente; sin embargo, los datos de humedad, grasa, ceniza y carbohidratos presentan una variación estadísticamente significativa en comparación con los datos teóricos.

Cuadro No. 16

Comparación de los Resultados del Análisis Proximal del PAN FRANCES con los datos obtenidos por Cálculo Teórico y los valores de la Tabla de Composición de Alimentos (TCA) del INCAP del 1996 (**Base Fresca**)

Parámetro	Cálculo Teórico	TCA 1996	Resultados estudio	Valor t comparativo* (1996)	p-value comparativo** (1996)	Valor t comparativo* (teórico)	p-value comparativo** (teórico)
Humedad (g/100g)	23.6	26.7	26.6 ± 2.3	0.16	0.8755	4.71	0.0005
Proteína total (g/100g)	9.76	10.3	9.42 ± 0.7	4.54	0.0007	1.75	0.1056
Grasa (g/100g)	2.68	1.2	4.31 ± 1.8	6.24	<0.0001	3.29	0.0065
Ceniza (g/100g)	1.7	2.1	1.12 ± 0.2	17.7	<0.0001	10.5	<0.0001
Carbohidratos (g/100g)	62.3	59.7	58.5 ± 2.6	1.67	0.1208	5.28	0.0002
Energía (kcal/100g)	312	298	311 ± 14	3.30	0.0063	0.25	0.8068

* El máximo valor t crítico es de 2.18 ($t_{\alpha/2=0.025}$)

** Error $\alpha= 0.05$

B. Pan Dulce

1. Base Seca

De acuerdo con los datos calculados en base seca, el pan dulce presenta diferencias estadísticamente significativas en sus resultados comparativos con los datos provenientes de la TCA del INCAP, ya que todos sus parámetros tienen el "p value" por debajo del valor aceptado (ver cuadro No. 17).

Las variaciones evidenciadas en la composición proximal del pan dulce se pueden deber a la mezcla de panes realizadas (dulce y tostado), ya que los dos tipos de pan dulce poseen diferencias en su recetas y por lo tanto diferencias en su composición proximal. Sin embargo no se descarta una variación tanto en la receta de elaboración para este tipo de pan y una variación en los ingredientes utilizados para la elaboración del mismo.

Se considera importante mencionar que anteriormente el pan dulce redondo era elaborado con manteca animal, mientras que en la actualidad las industrias panificadoras, utilizan grasas sintéticas que cumplen la función de la grasa animal anteriormente mencionada. Todo esto se refleja en un porcentaje de grasa con una variación evidente y una repercusión total en la cantidad de energía que este tipo de pan aporta a la dieta del guatemalteco.

Cuadro No. 17
Comparación de los Resultados del Análisis Proximal del pan Dulce con los datos provenientes de la Tabla de Composición de Alimentos del INCAP de 1996.
(Base Seca)

Parámetro	TCA 1996	Resultado estudio	Valor t comparativo* (1996)	p- value comparativo ** (1996)
Proteína total (g/100g)	6.91	8.53 ± 0.8	7.3	<0.0001
Grasa (g/100g)	19.2	12.1 ± 2.0	12.8	<0.0001
Ceniza (g/100g)	1.23	1.62 ± 0.3	4.7	0.0005
Carbohidratos (g/100g)	72.7	77.7 ± 2.3	7.8	<0.0001
Energía (kcal/100g)	488	454 ± 10	12.3	<0.0001

* El máximo valor t crítico es de 2.18 ($t_{\alpha/2=0.025}$)

** Error $\alpha= 0.05$

2. Base Fresca

En cuanto a los resultados calculados en base fresca para el pan dulce, los parámetros de humedad, proteína y ceniza se encuentran por arriba de los datos presente en la TCA; por el contrario, los resultados de grasa, carbohidratos y energía presentan datos por debajo de los encontrados en la TCA.

Los datos de humedad usados para el pan dulce corresponden a pan dulce tostado y pan dulce redondo juntos; sin embargo estos poseen diferente porcentaje de humedad, por lo que el valor promedio presentado solamente brinda información sobre el pan dulce en general, sin especificar si es pan dulce tostado o redondo. Se considera que los resultados serían más útiles si se hubieran generado para cada tipo de pan dulce (tostado y redondo), por lo que se recomienda tomar en cuenta esta situación para futuros estudios.

Los valores de cada parámetro del pan dulce encontrados en la Tabla de Composición de Alimentos del INCAP de 1996 presentan una variación estadísticamente significativa ($p<0.05$) y además superan los intervalos de confianza de los datos calculados en este estudio. Los carbohidratos totales es el único parámetro que se encuentra dentro del intervalo de confianza, y su variación no es estadísticamente significativa ($p>0.05$). (ver cuadro No. 18)

Los resultados obtenidos para el pan dulce en el estudio se asemejan más al cálculo teórico que a los datos encontrados en la Tabla de composición de Alimentos, esto se puede deber a que el dato teórico se calculó en base a una receta actual conocida, por el contrario no se conoce la receta anteriormente utilizada para la elaboración de este tipo de pan.

Cuadro No. 18

Comparación de los Resultados del Análisis Proximal del PAN DULCE con los datos obtenidos por Cálculo Teórico y los valores de la Tabla de Composición de Alimentos (TCA) del INCAP del 1996 (Base Fresca)

Parámetro	Cálculo Teórico	TCA 1996	Resultados estudio	Valor t comparativo* (1996)	p-value comparativo** (1996)	Valor t comparativo* (teórico)	p-value comparativo** (teórico)
Humedad (g/100g)	16.1	10.3	16.6 ± 3.6	6.32	<0.0001	0.50	0.6261
Proteína total (g/100g)	8.2	6.2	7.10 ± 0.6	5.41	0.0002	6.62	<0.0001
Grasa (g/100g)	10.6	17.2	10.1 ± 1.8	14.2	<0.0001	1.00	0.3370
Ceniza (g/100g)	2.2	1.1	1.36 ± 0.3	3.13	0.0087	10.1	<0.0001
Carbohidratos (g/100g)	62.9	65.2	64.9 ± 3.3	0.33	0.7471	2.19	0.0490
Energía (kcal/100g)	375	438	379 ± 20	10.6	<0.0001	0.72	0.4853

* El máximo valor t crítico es de 2.18 ($t_{\alpha/2}=0.025$)

** Error $\alpha= 0.05$

C. Aporte Nutricional

De acuerdo con el consumo de pan informado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en la Encuesta sobre el consumo aparente de alimentos y los valores encontrados en los análisis realizados, el pan francés estaría aportando en promedio 4.3% de proteína y 3.6% de energía de los requerimientos recomendados para una dieta de 2000 Kcal .

Con base a los datos encontrados en este estudio sobre el aporte nutricional del pan francés a la dieta, se ha determinado que el mismo está aportando 5.9% más de energía e igual cantidad de proteína comparado con los datos encontrados en la encuesta de contribución porcentual de los alimentos al consumo per capita del INE (año 1991) (ver tablas 22-25 en anexos).

El pan dulce aporta en promedio el 3.9% de proteína y 5.4% de energía para una dieta de 2000 kcal. El dato promedio de contribución de proteína a la dieta se incrementó en 25.8%, mientras que el parámetro de energía disminuyó en 8.5% en comparación con los datos encontrados en la encuesta

sobre contribución porcentual de los alimentos al consumo per capita INE (año 1991) (ver tablas 22-25 en anexos)

En general el consumo de 1 pan francés (35.2 g) y 1 pan dulce (35.7g) al día proporcionan 5.84g de proteína, 5.15 g de grasa, 43.6 g de carbohidratos y 244 kcal. Esto equivale al 11.0% de la cantidad de proteína y el 12.2% de la cantidad de energía recomendada para una dieta de 2000 kcal.

X. CONCLUSIONES

1. Con base en los resultados de verificación de los métodos del análisis proximal, se puede decir que los métodos utilizados tienen exactitud, precisión, linealidad, límite de detección y de cuantificación adecuados para el análisis de muestras en el laboratorio.
2. Los parámetros de humedad y carbohidratos para el pan francés, no presentan diferencias significativas, en comparación con los datos encontrados en la TCA, ya que estas no superan el 2% de variación.
3. El contenido de grasa presente en el pan francés presenta una diferencia del 260% en comparación con el dato de la TCA, además los parámetros de proteína, ceniza, y energía presentan valores significativos que superan el 3% de diferencia.
4. Todos los parámetros del análisis proximal del pan dulce presentan diferencias significativas que superan el 6% de variación en comparación con los datos provenientes de la TCA del INCAP.
5. Los resultados obtenidos experimentalmente para el pan dulce se asemejan más al cálculo teórico que a los datos de la TCA del INCAP
6. Según los resultados obtenidos, para una dieta de 2000 Kcal/día, el pan dulce aporta los siguientes porcentajes de acuerdo a un consumo promedio de 27 gramos de pan por día: Energía $4.99 \pm 1.54\%$, Proteína $3.59 \pm 1.26\%$, Grasa $5.09 \pm 1.65\%$ Carbohidratos $5.09 \pm 1.72\%$, del total recomendado.
7. Según los resultados obtenidos, para una dieta de 2000 Kcal/día, el pan francés analizado aporta los siguientes porcentajes, basados en un consumo promedio de 18 gramos de pan por día: Energía $2.79 \pm 1.98\%$, Proteína $3.41 \pm 2.47\%$, Grasa $1.43 \pm 0.86\%$ Carbohidratos $3.34 \pm 2.51\%$, del total recomendado.
8. De acuerdo a la información obtenida de la comparación de los datos experimentales de este estudio y los datos encontrados en la TCA del INCAP, podemos concluir que la composición química del pan francés y dulce ha variado desde la elaboración de la Tabla de Composición de Alimentos, probablemente por diferencias en materia prima y no por procedimientos de elaboración.

XI. RECOMENDACIONES

1. En futuras investigaciones se recomienda realizar los análisis del pan dulce por separado (tostado y redondo) para que los resultados de humedad no intervengan en el cálculo de los demás parámetros del análisis proximal.
2. Se recomienda realizar un perfil de ácidos grasos, con el propósito de conocer el tipo de grasa utilizada en la elaboración del pan y así poder completar este estudio.
3. Se recomienda proporcionar los datos obtenidos en este estudio al compilador para que sean incorporados en la base de datos del INCAP y además para que sean compartidos con Latinfoods.
4. Se recomienda realizar estudios similares sobre la composición química de otros productos de consumo popular que se elaboren en forma diferente o que hayan variado su receta para actualizar los datos de la Tabla de Composición de Alimentos del INCAP .
5. Se recomienda realizar estudios similares en muestras diferenciadas de pan francés y pan dulce por tipo de pan.

XII. REFERENCIAS

1. Morón C, Zacarías I, De Pablo S. Producción y Manejo de Datos de Composición Química de Alimentos en Nutrición. Santiago: INTA, 1997. XIII+356p.
2. Greenfield H, Southgate DAT. Food Composition Data. New York: Gaillard Printers, Great Yarmouth, 1992.
3. Beecher G, Matthewx R. Composición de nutrientes en los alimentos en Conocimientos Actuales sobre Nutrición. 4ed. ILSI Estados Unidos; 1998. 510p.
4. Cashel K. The Effect of Revised Australian Food Composition Tables on Estimates of Food and Nutrient Available for National Consumption. J. Food. Comp. Anal. 1998; 8:45-62.
5. Salvini S, Et al. The Food Composition Database for an Italian Food Frequency Questionnaire. J. Food. Comp. Anal. 1996; 9:57-72
6. Organización Panamericana de la Salud, Instituto de Nutrición de Centro America y Panamá, Universidad de San Carlos de Guatemala. Informe del Seminario Taller Importancia de la Composición de Alimentos en la Protección de la Salud y Producción de Alimentos. 2000;1-7.
7. INCAP/INCD Tabla de Composición de Alimentos para uso de América Latina. Comité Interdepartamental de Nutrición para la Defensa Nacional. INCAP ed. 1961; 132p.
8. FAO. La Elaboración de Guías Alimentarias basadas en alimentos en países de América Latina. Food Nut. Agric. 1999; 24:27-28
9. Sevenhuysen G. FAOs food composition activities. Food Nut. Agric. 1995;13/14:26-28
10. Aurand L, Woods A, Wells M. Food Composition and Analysis. 4 ed. Van Nostrand Reinhold, New York: Editorial, 1987. 690p.
11. Pearson D. Laboratory Technics in Food Analysis. 7 ed. Butterworth, Londres: Editorial, 1978. 583p.

12. Sullivan D, Carpenter D. Methods of Analysis for Nutrition Labeling. Arlington, Virginia: AOAC International, 1993. 107p.
13. Samayoa B. Análisis Físicoquímico de Alimentos. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Doc. Tec. No. 1, 1999. 8p.
14. Carpenter D, Ngeh-Ngwainbi J, Lee S. Lipid Analysis. Met. Anal. Nut. Label. 1993;5:85-104.
15. Méndez E, González R. Lipid Content and Fatty Acid Composition of Fillets of Six Fishes from the Rio de la Plata. J. Food. Comp. Anal. 1996; 9:163-171.
16. Lake R, Thomson B. Trans Fatty Acid Content of Selected New Zealand Foods. J. Food. Comp. Anal. 1996; 9:365-374
17. Van Camp J, Huyghebaert A. Proeins. Met. Anal. Nut. Label. 1993;9:277-309.
18. Avallone R, Plessi M. Determination of Chemical Composition of Carob: Protein, Fat, Protein and Tannins. J. Food. Comp. Anal. 1997; 10:256-266
19. Holden J. Sampling Strategies to Assure Representative values in Food Composition Data. FNA/ANA. 1994;12:12-20.
20. FAO. Manuals of Food Quality Control. Roma. FAO. 1986. 238p.
21. Department of Basic Science, Botswana College of Agriculture. The Chemical Composition of Four Legumes Consumed in Botswana. F. Comp. Anal. 1998; 11:329-332.
22. Spicer A. Bread. 2 ed. Applied Science Publisher Ltd. London: Editorial, 1996. 488p
23. Pyle E. Baking (Science and technology). 3 ed. Sosland Publishing Company. London: Editorial, 1992. 396p
24. Alvarez M. Fabricación de Pan. 4 ed. Acribia. Zaragoza: Editorial, 1995. 404p
25. Rand W. Compiling Data for Food Composition Data Bases. United Nation University Press. Hong Kong: Editorial, 1991. 68p.
26. Perkin E. Guía de Validación en HPLC. Guatemala: ANAQUI, Doc. Tec. No.1, 1996. 11p.

27. Thompson M, Wood R. Harmonized Guidelines for Internal Quality Control in Analytical Chemistry Laboratories. *Pure & Appl. Chem.* 1995;67:649-666.
28. Conacher H. Validation of Methods used in Crisis Situations: Task force Report. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 1993;73:332-334.
29. Aparicio X, Figueras R, Cortes M. Aplicación del Concepto de Validación a la Cromatografía HPLC. *Ind. Far.* 1995;4:35-39.

XIII. ANEXOS

ANEXO No. 1

VALIDACION DE METODOS

La validación es un proceso por medio del cual se establece, que un método satisface los requerimientos de la aplicación analítica deseada (26,27).

El propósito de la validación es asegurar que los métodos utilizados proporcionen resultados reproducibles y confiables aunque sean utilizados por diferentes analistas (26,28).

El proceso de la validación conlleva una serie de parámetros analíticos por medio de los cuales se puede optimizar el método con el fin de obtener siempre resultados con la máxima confiabilidad y validez. Los parámetros a seguir son los siguientes:

Precisión: Se define como el grado de armonía entre los resultados obtenidos cuando el método es aplicado a múltiples corridas de una muestra homogénea. La precisión es la medida de la reproducibilidad de todo método y está determinada por el uso del método con una muestra, con un número suficiente de corridas para obtener resultados estadísticamente válidos. La precisión se debe expresar en términos de la desviación estándar relativa (26,29).

Exactitud: Es la medida de la fidelidad de los resultados obtenidos por el método comparados con los valores reales. La exactitud es calculada como un porcentaje entre el valor promedio y el valor real e indica la desviación entre estos valores (26,27,28)

Linealidad: Es la habilidad del método para obtener resultados ya sea en forma directa o después de una transformación matemática, que sean proporcionales a la concentración del analito dentro de un rango determinado. Este parámetro es determinado por medio de un cálculo de regresión lineal (26,27,28)

Rango: Es el intervalo que existe entre el límite inferior y superior en el que el analito ha sido determinado con una precisión, exactitud y linealidad aceptable (26,27,28)

Rudeza del método: La robustez o rudeza del método es el grado de reproducibilidad de los resultados obtenidos por el análisis de la misma muestra variando condiciones como analistas, laboratorios, instrumentos, clases de reactivos, etc (26,27,28).

Límite de detección: Es la mínima concentración que puede ser detectada en la muestra bajo un estado de condiciones experimentales. El límite de detección generalmente se cuantifica como la concentración sensible a una razón de señal a ruido de 2:1 o 3:1 (26,29).

Límite de cuantificación: Se refiere a la concentración mínima del analito que puede ser determinada por el sistema con una precisión y exactitud aceptable (26,29).

Selectividad y Especificidad: La selectividad es la capacidad para medir exacta y específicamente el analito en la presencia de otros componentes en la matriz de la muestra.

La especificidad se refiere a asegurar que la señal de la medición proviene de la sustancia de interés y no de una interferencia del excipiente o de una impureza (26,27,28).

ANEXO No. 2

Instructivo para la Recolección de muestras de Pan Francés y Dulce: Proyecto de Análisis de la Composición Proximal Guatemala (INCAP, 2000)

Estimado Colaborador: Este es un documento que contiene la información necesaria para que usted pueda coleccionar las muestras de pan francés y dulce sin mayor problema, y asegurar el adecuado empaquetamiento, etiquetado y transporte de las mismas para su buena conservación. Gracias por su colaboración.

1. Tomar las muestras de pan aproximadamente a la hora en que se fabrica el mismo. Lo que interesa es que el pan sea fresco.
2. Verificar que la bolsa a utilizar (de preferencia utilizar una bolsa Zip-loc nueva, de cierre hermético) esté limpia y sin agujeros.
3. Colocar las muestra frías dentro de la bolsa plástica; si la muestra está caliente, espere a que se enfríe. Asegúrese de no contaminar la muestra ni la bolsa al guardar el pan dentro de la misma.
4. Cerrar la bolsa asegurándose que no quede aire adentro.
5. Rotular la bolsa utilizando marcador permanente y maskin tape (o etiquetas con pegamento) con los siguientes datos:
 - Lugar y fecha de recolección
 - Hora de la recolección
 - Nombre del establecimiento donde se compró la muestra (panadería, municipio, departamento).
 - Tipo de muestra (pan dulce o francés)
 - Nombre del recolector
6. Colocar la bolsa debidamente rotulada dentro de una bolsa de color negro y cerrar la bolsa de empaque.
7. Transportar la muestra a temperaturas bajas o dentro del algún recipiente que evite el contacto directo con el sol. De preferencia, transportar las muestras dentro de una hielera.

8. Entregar las muestras a la persona encargada de recibirlas y realizar un conteo/ listado en duplicado de las muestras entregadas. El recolector y el receptor deben guardar una copia de este registro. Asegurarse que las muestras sean trasladadas al cuarto frío a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

ANEXO No. 3

A. Metodologías Analíticas

1. Humedad

a. Materiales

- Cápsulas de aluminio de aproximadamente 55 mm de diámetro y 15 mm de alto, con tapadera.
- Espátula para pesar.
- Guantes de látex.

b. Equipo

- Balanza analítica (± 0.0001 g)
- Horno de convección (70°C) provisto de circulación de aire.
- Horno al vacío (70°C y 20 psi) con una trampa de ácido sulfúrico.
- Desecadora.

c. Reactivos

No se aplican

d. Método

Humedad Residual

- Triture la muestra en un mortero, licuadora o molino, dependiendo del tipo de muestra.
- Pese con exactitud de 0.0001 g, alrededor de 1-2 gramos de muestra en una cápsula de aluminio con tapadera, previamente seca y tarada.
- Coloque la muestra en el horno de vacío, con la tapadera sobrepuesta (dejando espacio para que escape la humedad)
- Seque las muestras durante 8 horas a 70°C, como mínimo, con una presión de vacío de 20 psi y una pequeña corriente de aire seco (el aire seco debe burbujear a través de la trampa de ácido sulfúrico a razón de 1-2 burbujas por segundo)

- Saque las muestras del horno y tape las cajuelas antes de colocarlas en la desecadora, donde se deben dejar el tiempo suficiente para que lleguen a temperatura ambiente.
- Pese las cajuelas en la balanza analítica
- Determine el porcentaje de humedad de la muestra

2. Ceniza

a. Materiales

- Crayón para alta temperatura (Berol Hi Temp.)
- Guantes de látex
- Crisoles de porcelana
- Desecadora
- Espátula para pesar
- Pinzas de asbesto
- Plancha de asbesto

b. Equipo

- Balanza analítica (± 0.0001 g)
- Horno (100°C)
- Mufla Thermolyne (600°C)

c. Reactivos

No se aplican

d. Método

- Limpie el crisol de porcelana y numérelo con un crayón especial para alta temperatura. Seque el crisol en un horno a 100°C hasta que llegue a peso constante
- Enfríe el crisol en una desecadora y tare.
- En el crisol, pese 1-2 gramos de muestra, con una exactitud de 0.0001 g.
- Coloque el crisol en la mufla y enciéndala a una temperatura de 600°C . Deje incinerar la muestra durante toda la noche.

- Apague la mufla y espere 30 minutos para abrir gradualmente la puerta de la mufla hasta una altura máxima de 10 cm en una hora y media.
- La muestra está adecuadamente procesada cuando se obtiene una ceniza blanca o grisácea. Si no es así, continuar la incineración hasta obtener una ceniza de este color. Coloque los crisoles en una plancha de asbesto y posteriormente colóquelos dentro de una desecadora durante 1 hora hasta que alcancen la temperatura ambiente.
- Pese los crisoles nuevamente con la misma exactitud del inicio
- Determine el porcentaje de cenizas de la muestra.

3. Proteína Cruda

a. Materiales

- Bureta de 10 ml
- Erlenmeyer de 125 ml
- Espátula para pesar
- Mortero y Pistilo
- Papel copia blanco
- Guantes de látex
- Pipetor 0-10 ml
- Gradilla para tubos del digestor micro-Kjeldahl
- Probeta de 25 ml
- Tubos de vidrio para el digestor micro-Kjeldahl

b. Equipo

- Auto analizador Tecator Kjeltex Auto 1030 Analyzer
- Balanza analítica (0.0001 g)
- Digestor micro-Kjeldahl, Digestion System 10, 1016 Digester
- Reóstato
- Sistema de destilación de micro-Kjeldahl

c. Reactivos

- Acido Sulfúrico p.a. (H_2SO_4), 95-97%, PM=98.08 , d= 1.82. Merck art. 731

- Acido Bórico p.a. (H_3BO_3), PM= 61.83 , Merck art 165.
- Acido Clorhídrico p.a. (HCl), 37% PM.=36.46, d= 1.19. Merck art 317.
- Hidróxido de Sodio p.a. (NaOH) PM= 40.08 Merck art. 6498
- Metanol p.a. (CH_3OH) PM= 32.04, d= 0.79 Merck art. 6009
- Tabletas de digestión (Kjeltabs con selenio), Merck art. 8030
- Rojo de metilo ($C_{15}H_{15}N_3O_2$), PM= 269.31, Indicador pH 4.4-6.2 Merck art. 6076
- Verde de bromocresol, PM= 698.04, Indicador pH 3.6-5.4. Merck art. 8121

d. Preparación de soluciones

Acido Bórico

Composición

Acido Bórico..... 4 g/100ml

Preparación

Pese 40 gramos de ácido bórico y disuelva en 700-800 ml de agua destilada. Caliente hasta que se disuelva. Deje enfriar y agregue 1 ml de solución de rojo de metilo 0.2% y 5 ml de verde de bromocresol 0.2 % Lleve a 1 litro y agite.

El reactivo se debe guardar en un frasco de vidrio bien identificado y de debe almacenar en un lugar fresco y separado de cualquier base. Esta solución es estable indefinidamente.

Acido Clorhídrico

Composición

Acido Clorhídrico fumante 0.1 eq/L

Preparación

En un balón volumétrico de 1 litro, que contenga aproximadamente 800 ml de agua destilada, coloque 82.3 ml de ácido clorhídrico fumante. Agite y afores con agua destilada. Valore la solución de ácido con una solución títrol de NaOH.

El reactivo se debe guardar en un frasco de vidrio bien rotulado y se debe almacenar en un lugar fresco y separado de cualquier base. Esta solución es estable indefinidamente pero es necesario verificar periódicamente su concentración.

Hidróxido de sodio 60 % p/v

Composición

Hidróxido de Sodio 60 g/100 ml

Preparación

Pese 600 gramos de hidróxido de sodio y disuelva en 1000 ml de agua destilada. Deje enfriar la solución.

Guarde la solución en un frasco de polietileno debidamente identificado y almacénelo en un lugar fresco y alejado de cualquier ácido. Esta solución es estable indefinidamente.

Indicadores (Rojo de metilo 0.2% o Verde de Bromocresol 0.2%)

Composición

Indicador 0.2g/100 ml
Metanol100 ml

Preparación

En un beacker de 150 ml, pese 0.2 g del indicador y disuelva en 100 ml de metanol.

Este reactivo debe guardarse en frascos oscuros y almacenarse en un lugar fresco. Las soluciones de indicadores son estables indefinidamente.

e. Método

- Asegúrese que los tubos estén bien limpios y secos. Ordene cuidadosamente los tubos en la gradilla y tome nota del orden en que se coloquen las muestras.
- En un pedazo de papel copia, pese 0.1 gramos de muestra y transfírala al tubo de digestión, junto con el papel. Realice este paso en duplicado.
- A cada uno de los tubos, agregue 0.3 gramos de polvo de kjeltabs (tabletas trituradas)
- Cuidadosamente, agregue 5 ml de ácido sulfúrico concentrado con el aplicador. Deje que las muestras se humedezcan completamente.
- Prepare un blanco (en duplicado), colocando un pedazo de papel sin muestra en un tubo. Siga el mismo procedimiento indicado para la muestra.
- Coloque la gradilla con las muestras en el digestor y ponga el extractor sobre los tubos. Encienda la fuente de vacío al máximo,
- Digiera las muestras durante 2.5 horas.
- Al terminar la digestión, remueva la gradilla con los tubos y el extractor. Deje enfriar las muestras.
- Agregue 10 ml de agua y agite.

Destilación y titulación de la muestra utilizando el auto analizador Kjeltec

- Revise que los depósitos de ácido clorhídrico, ácido bórico, hidróxido de sodio y agua estén llenos.
- Abra la llave de entrada de agua y cierre la válvula de drenaje.

- Presione el botón de Power. Coloque el botón de Steam hacia arriba.
- Coloque en posición, un tubo con 25 ml de agua destilada y cierre la compuerta. Deje pasar agua hacia el generador de vapor hasta que llegue al nivel indicado. Coloque la llave en posición Work.
- Deje pasar vapor en el sistema por aproximadamente 3 minutos
- Coloque el botón steam hacia abajo. Retire el tubo y coloque el botón Auto hacia arriba.
- Destile tres tubos que sólo tengan agua destilada y anote los resultados.
- Analice los blancos y luego las muestras. Los tubos se cambian únicamente cuando la luz de Cycle over está encendida.
- Al finalizar, correr 2 tubos que sólo tengan agua destilada.
- Apague el aparato presionando el botón Power. Abra la llave del drenaje y cierre la entrada de agua.

Destilación y titulación por el método de micro-Kjeldahl.

Para el método de micro-Kjeldahl se utiliza 0.3 gramos de muestra. Para destilar se utiliza el sistema mostrado en la figura 1 (anexo 1)

- Encienda el reóstato del sistema de destilación y asegúrese que el generador de vapor tenga suficiente agua. Cuando ya esté caliente el agua, apague el reóstato.
- Agite el tubo de destilación para homogenizar la muestra. Transfiera la muestra al sistema de destilación. Lave el tubo con un pequeño volumen de agua y transfiera los lavados al sistema, para asegurarse que no quedó ningún residuo de muestra en el tubo.
- En un erlenmeyer de 125 ml. Coloque 10 ml de la mezcla de ácido bórico-indicadores. Agregue 10-12 ml de la solución de hidróxido de sodio al 60 % a la muestra.
- Acomode el erlenmeyer en la salida del sistema de destilación, cuidando que el final del tubo de salida quede cubierto por el líquido.
- Abra la llave del agua para el condensador y encienda el reóstato. Destile hasta obtener 50 ml del destilado.
- Retire el erlenmeyer y apague el reóstato. Lave con agua el sistema y tire la solución por el desagüe.
- Usando una bureta de 10 ml titule la muestra con HCl 0.1 N. hasta llegar el punto final. Utilice fenolftaleína como indicador. El punto final lo indica un cambio de color de incoloro a rosado tenue.

4. Grasa Cruda

a. Materiales

- Balones de fondo plano de 500 ml.

- Condensadores
- Dedales de extracción
- Mangueras
- Pinzas
- Reóstatos
- Soxhlets
- Toallas de papel

b. Equipo

- Balanza analítica ($\pm 0.0001\text{g}$)
- Desecadora
- Estufa o camisas de calentamiento (50°C)
- Horno (70°C)

c. Reactivos

- Eter dietílico anhidro p.a. ($\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$), $d= 0.71 \text{ g/ml}$, p. eb.= 34°C , $\text{PM}=74.12$. Merck art. 921.

d. Procedimiento

- Previo al inicio del análisis, la muestra se debe moler y mezclar homogéneamente.
- Pese sobre una toalla de papel, un gramo de muestra (con exactitud de 0.0001 g), en duplicado. Pese con la misma exactitud, los balones a usar para la extracción.
- Doble la toalla y colóquela dentro de un dedal de papel filtro poroso, que haya sido rotulado.
- Coloque el soxhlet sobre el balón. Introduzca el dedal en el soxhlet y agregue lentamente 500 ml de éter dietílico.
- Coloque el balón y el soxhlet sobre la estufa y coloque el condensador sobre el soxhlet.
- Encienda la estufa y el chorro de agua. Regule la temperatura a alrededor de 50°C . Deje reflujar por 12 horas.
- Al terminar el tiempo, saque el balón y el soxhlet de la estufa y saque el dedal del soxhlet. Deje escurrir el dedal en la boca del soxhlet y colóquelo en la caja de dedales.
- Coloque nuevamente el balón y el soxhlet en la estufa y deje que el éter refluje una vez más. Apague la estufa y saque el balón calculando que la mayor parte del éter haya quedado en el soxhlet y no haya llegado a la altura del sifón. Ponga en un frasco de vidrio oscuro el éter que quedó en el soxhlet, para reusarlo.

- Ponga los balones en el horno a 70 °C, deje enfriar en la desecadora y pese nuevamente.
- Determine el porcentaje de humedad de la muestra.

ANEXO No. 4

Cuadro No. 19
Exactitud de los Métodos de Análisis Proximal utilizando un Estándar de Referencia
Muestra certificada No. 1846 NIST ¹

Parámetro	Porcentaje Esperado (g/100g)	Porcentaje experimental (g/100g)		Exactitud (%de recuperación)	Promedio ± D.E.
		$\bar{X} \pm D. E.$	C.V.		
Humedad	1.98 ± 0.27	1.9 ± 0.01	0.7	94.14	96.0 ± 4.4
		1.8 ± 0.02	1.0	92.78	
		2.0 ± 0.07	0.3	100.96	
Ceniza	2.913 ± 0.048	2.9 ± 0.04	1.3	99.94	100.0 ± 0.54
		2.9 ± 0.04	1.3	100.11	
		2.9 ± 0.03	0.9	100.44	
Proteína	11.10 ± 0.37	11.1 ± 0.04	0.4	99.83	99.87 ± 0.12
		11.1 ± 0.06	0.5	100.00	
		11.1 ± 0.09	0.8	99.78	
Grasa	27.1 ± 0.59	27.3 ± 0.2	0.6	100.71	100.6 ± 0.11
		27.2 ± 0.1	0.4	100.50	
		27.3 ± 0.1	0.4	100.63	

Cuadro No. 20
Resumen de la Variación Intraensayo para los Métodos utilizados en el Análisis Proximal
Utilizando 3 Matrices

Parámetro	Día	No. de muestras	Matriz					
			Resultado (g/100g)					
			Harina de Trigo		Galleta Nutricional		Incaparina	
			$\bar{X} \pm D.E.$	C.V.	$\bar{X} \pm D.E.$	C.V.	$\bar{X} \pm D.E.$	C.V.
Humedad	1	10	13.34 ± 0.07	0.5	1.66 ± 0.02	1.3	9.65 ± 0.3	2.9
	2	10	13.35 ± 0.04	0.3	1.66 ± 0.02	1.1	9.66 ± 0.03	0.4
	3	10	13.35 ± 0.06	0.4	1.65 ± 0.02	1.1	9.62 ± 0.03	0.3
		$\bar{X} \pm D.E.$	13.35 ± 0.003	0.4 ± 0.1	1.66 ± 0.005	1.2 ± 0.1	9.64 ± 0.02	1.2 ± 1.5
Ceniza	1	10	0.56 ± 0.009	1.5	2.49 ± 0.03	1.1	4.46 ± 0.03	0.8
	2	10	0.56 ± 0.007	1.2	2.50 ± 0.007	0.3	4.46 ± 0.04	1.0
	3	10	0.55 ± 0.007	1.2	2.50 ± 0.01	0.4	4.46 ± 0.03	0.6
		$\bar{X} \pm D.E.$	0.56 ± 0.004	1.3 ± 0.2	2.50 ± 0.009	0.6 ± 0.4	4.46 ± 0.003	0.8 ± 0.2
Proteína	1	10	13.50 ± 0.06	0.4	9.61 ± 0.2	1.7	23.18 ± 0.3	1.1
	2	10	13.49 ± 0.1	0.8	9.60 ± 0.2	1.8	23.18 ± 0.09	0.4
	3	10	13.50 ± 0.2	1.2	9.61 ± 0.08	0.8	23.17 ± 0.3	1.1
		$\bar{X} \pm D.E.$	13.50 ± 0.004	0.8 ± 0.4	9.61 ± 0.004	1.4 ± 0.5	23.18 ± 0.007	0.8 ± 0.4
Grasa	1	6			21.57 ± 0.2	1.1	6.72 ± 0.02	0.3
	2	6			21.40 ± 0.3	1.5	6.73 ± 0.03	0.4
	3	6			21.69 ± 0.2	1.1		
		$\bar{X} \pm D.E.$			21.55 ± 0.2	1.2 ± 0.2	6.72 ± 0.02	0.3 ± 0.1

Cuadro No. 21
Resumen de la Variación Interensayo para los Métodos utilizados en el Análisis Proximal
Utilizando 3 Matrices

Parámetro	Día	No. de muestras	Matriz					
			Resultado (g/100g)					
			Harina de Trigo		Galleta Nutricional		Incaparina	
		$\bar{X} \pm D.E.$	C.V.	$\bar{X} \pm D.E.$	C.V.	$\bar{X} \pm D.E.$	C.V.	
Humedad	1	2	13.30 ± 0.03	0.4	1.65 ± 0.00	0.00	9.47 ± 0.08	0.8
	2	2	13.36 ± 0.05	0.4	1.67 ± 0.01	0.8	9.64 ± 0.04	0.4
	3	2	13.34 ± 0.02	0.2	1.64 ± 0.01	0.9	9.59 ± 0.01	0.07
Variación Interensayo CV				0.2		0.9		0.9
Ceniza	1		0.55 ± 0.007	1.3	2.51 ± 0.05	2.0	4.46 ± 0.02	0.5
	2		0.56 ± 0.01	2.5	2.49 ± 0.04	1.7	4.48 ± 0.02	0.5
	3		0.55 ± 0.01	2.6	2.50 ± 0.008	0.3	4.46 ± 0.00	0.0
CV.				1.4		0.3		0.23
Proteína	1		13.47 ± 0.04	0.3	9.66 ± 0.09	1.0	23.14 ± 0.2	0.7
	2		13.46 ± 0.03	0.2	9.51 ± 0.4	3.8	23.16 ± 0.03	0.1
	3		13.52 ± 0.2	1.7	9.57 ± 0.1	1.2	23.27 ± 0.3	1.2
CV				0.2		0.8		0.3
Grasa	1				21.46 ± 0.3	1.4	6.70 ± 0.01	0.2
	2				21.22 ± 0.3	1.4	6.73 ± 0.01	0.2
	3				21.72 ± 0.36	1.2	6.74 ± 0.06	0.9
CV						1.2		0.3

Cuadro No.22
Aporte del Pan Dulce y Francés al requerimiento diario nutricional (RDN) de Energía
Según datos del consumo Diario de Alimentos per cápita per día

Región	Departamento	Pan Dulce				Pan Francés			
		gr. de pan per cápita per día	% de Kcal (g/100g)	Aporte de Energía al RDN (%)	Promedio por Región	gr. de pan per cápita per día	% de Kcal (g/100g)	Aporte de Energía al RDN	Promedio por Región
Metropolitana	Guatemala	42	386	8.1	8.1	52	293	7.6	7.6
	Capital								
Norte	Baja Verapaz	15	368	2.8	2.8	8	314	1.3	1.3
Costa Atlántica	Izabal	38	343	6.5	6.5	35	294	5.1	5.1
Oriental	Jalapa	32	377	6.0	6.1	19	328	3.1	2.9
	Santa Rosa	32	389	6.2		19	310	2.9	
	Jutiapa	32	387	6.2		19	295	2.8	
Costa Pacífico	Retalhuleu	25	410	5.1	5.0	24	331	4.0	3.8
	Suchitepéquez	25	382	4.8		24	291	3.5	
Altiplano	Quiché	21	343	3.6	3.9	7	319	1.1	1.1
	Totonicapán	21	394	4.1		7	329	1.2	
	Sololá	21	375	3.9		7	316	1.1	
	Quetzaltenango	21	373	3.9		7	306	1.1	
	San Marcos	21	398	4.2		7	311	1.1	
X ± D. E.		27 ± 7.9	379 ± 19	5.0 ± 1.5	5.4 ± 1.9	18.1 ± 13.6	311 ± 14.2	2.76 ± 2.0	3.63 ± 2.5

Cuadro No.23
Aporte del Pan Dulce y Francés al requerimiento diario nutricional (RDN) de Proteína
Según datos del consumo Diario de Alimentos per cápita per día

Región	Departamento	Pan Dulce				Pan Francés			
		gr. de pan per cápita per día	% de Proteína (g/100g)	Aporte de Proteína al RDN	Promedio por Región	gr. de pan per cápita per día	% de Proteína (g/100g)	Aporte de Proteína al RDN	Promedio por Región
Metropolitana	Guatemala	42	7.29	5.8	5.8	52	9.51	9.3	9.3
	Capital								
Norte	Baja Verapaz	15	6.85	1.9	1.9	8	9.54	1.4	1.4
Costa Atlántica	Izabal	38	7.49	5.4	5.4	35	9.29	6.1	6.1
Oriental	Jalapa	32	6.23	3.8	3.9	19	9.71	3.5	3.6
	Santa Rosa	32	6.36	3.8		19	10.1	3.6	
	Jutiapa	32	6.69	4.0		19	10.0	3.6	
Costa Pacífico	Retalhuleu	25	7.56	3.6	3.4	24	9.41	4.3	4.4
	Suchitepéquez	25	6.84	3.2		24	9.64	4.4	
Altiplano	Quiché	21	7.08	2.8	2.9	7	8.87	1.2	1.2
	Totonicapán	21	8.30	3.3		7	8.95	1.2	
	Sololá	21	7.38	2.9		7	7.64	1.0	
	Quetzaltenango	21	7.47	3.0		7	9.56	1.3	
	San Marcos	21	6.77	2.7		7	10.2	1.3	
X ± D. E.		27 ± 7.9	7.10 ± 0.56	3.55 ± 1.1	3.88 ± 1.5	18.1 ± 13.6	9.42 ± 0.66	3.25 ± 2.4	4.33 ± 3.1

Cuadro No.24
Aporte del Pan Dulce y Francés al requerimiento diario nutricional (RDN) de Grasa
Según datos del consumo Diario de Alimentos per cápita per día

Región	Departamento	Pan Dulce				Pan Francés			
		gr. de pan per cápita per día	% de Grasa (g/100g)	Aporte de Grasa al RDN	Promedio por Región	gr. de pan per cápita per día	% de Grasa (g/100g)	Aporte de Grasa al RDN	Promedio por Región
Metropolitana	Guatemala Capital	42	11.5	8.6	8.6	52	3.09	2.9	2.9
Norte	Baja Verapaz	15	8.69	2.3	2.3	8	6.91	1.0	1.0
Costa Atlántica	Izabal	38	6.30	4.3	4.3	35	3.19	2.0	2.0
Oriental	Jalapa	32	9.59	5.5	5.5	19	7.35	2.5	1.6
	Santa Rosa	32	8.76	5.0		19	4.17	1.4	
	Jutiapa	32	10.7	6.1		19	2.56	0.87	
Costa Pacífico	Retalhuleu	25	13.1	5.8	5.4	24	5.91	2.5	1.9
	Suchitepéquez	25	10.9	4.9		24	2.81	1.2	
Altiplano	Quiché	21	8.41	3.2	3.9	7	5.37	0.67	0.50
	Totonicapán	21	12.4	4.7		7	5.51	0.69	
	Sololá	21	10.9	4.1		7	4.77	0.60	
	Quetzaltenango	21	10.1	3.8		7	1.82	0.23	
	San Marcos	21	9.91	3.7		7	2.62	0.33	
X ± D. E.		27 ± 7.9	10.1 ± 1.8	4.77 ± 1.6	5.00 ± 2.1	18.1 ± 13.6	4.31 ± 1.8	1.30 ± 0.89	1.65 ± 0.84

Cuadro No.25
Aporte del Pan Dulce y Francés al requerimiento diario nutricional (RDN) de Carbohidratos
Según datos del consumo Diario de Alimentos per cápita per día

Región	Departamento	Pan Dulce				Pan Francés			
Región	Departamento	gr. de pan per cápita per día	% de Carbohidratos (g/100g)	Aporte deCarbohidratos al RDN	Promedio por Región	gr. de pan per cápita per día	% de Carbohidratos (g/100g)	Aporte deCarbohidratos al RDN	Promedio por Región
Metropolitana	Guatemala Capital	42	63.2	8.2	8.2	52	56.9	9.1	9.1
Norte	Baja Verapaz	15	65.7	3.0	3.0	8	53.5	1.3	1.3
Costa Atlántica	Izabal	38	64.0	7.5	7.5	35	57.0	6.1	6.1
Oriental	Jalapa	32	66.4	6.5	6.7	19	55.7	3.3	3.4
	Santa Rosa	32	71.2	7.0		19	57.9	3.4	
	Jutiapa	32	66.0	6.5		19	58.0	3.4	
Costa Pacífico	Retalhuleu	25	65.4	5.0	5.0	24	60.1	4.4	4.3
	Suchitepéquez	25	64.2	4.9		24	56.7	4.2	
Altiplano	Quiché	21	59.6	3.9	4.1	7	58.8	1.3	1.3
	Totonicapán	21	62.3	4.0		7	60.9	1.3	
	Sololá	21	61.8	4.0		7	60.6	1.3	
	Quetzaltenango	21	63.1	4.1		7	62.9	1.4	
	San Marcos	21	70.5	4.6		7	61.8	1.3	
X ± D. E.		27 ± 7.9	64.9 ± 3.3	5.32 ± 1.6	5.79 ± 2.0	18.1 ± 13.6	58.5 ± 2.7	3.22 ± 2.4	4.25 ± 3.0

Tabla No. 26
Receta para la Elaboración del pan Francés y Dulce de Manteca

Ingrediente	Peso (gramos)	
	Pan Francés	Pan Dulce
Harina Dura	2,000	--
Harina Suave	--	2,000
Agua	1220	700
Sal	36	15
Levadura Fresca	50	60
Azúcar	50	600
Manteca	60	300
Polvo para Hornear	--	60
Huevo	--	200

Datos proporcionados por un Panadero Industrial

Tabla No. 27
Composición Proximal de los Ingredientes para la elaboración del pan

Ingrediente	Energía g/100g		Proteína g/100g		Grasa g/100 g		Ceniza g/100g		Carbohidratos g/100g	
	Pan Dulce	Pan Francés	Pan Dulce	Pan Francés	Pan Dulce	Pan Francés	Pan Dulce	Pan Francés	Pan Dulce	Pan Francés
Harina Dura	--	401	--	13.4	--	0.8	--	0.55	--	85.25
Harina Suave	352.3	--	12	--	1.7	--	0.55	--	72.2	--
Agua	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97	97	0.0	0.0
Levadura Fresca	91	91	11.5	11.5	0.2	0.2	1.8	1.8	16.3	16.3
Azúcar	384	384	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	99.1	99.1
Manteca	871	871	0.0	0.0	98.5	98.5	0.5	0.5	0.0	0.0
Polvo para Hornear	51	--	0.1	--	0.0	--	71.8	--	24.1	--
Huevo	148	--	11.3	--	9.8	--	0.9	--	2.7	--

Datos obtenidos de las tablas del Nutrient Database for Estándar Reference y de la Tabla de Composición de Alimentos del INCAP.

Tabla No. 28
Composición Proximal de los Ingredientes en base a la Receta Utilizada
para la elaboración de cada tipo de Pan

Ingrediente	Energía g/100g		Proteína g/100g		Grasa g/100 g		Ceniza g/100g		Carbohidratos g/100g	
	Pan Dulce	Pan Francés	Pan Dulce	Pan Francés	Pan Dulce	Pan Francés	Pan Dulce	Pan Francés	Pan Dulce	Pan Francés
Harina Dura	--	8020	--	268	--	16	--	11	--	1705
Harina Suave	7046	--	240	--	34	--	11	--	1445	--
Agua	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.55	34.92	0.0	0.0
Levadura Fresca	54.6	45.5	6.9	5.75	0.12	0.1	1.08	0.9	9.78	8.15
Azúcar	2304	192	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.1	594.6	49.55
Manteca	2613	522.6	0.0	0.0	295.5	59.1	1.5	0.3	0.0	0.0
Polvo para Hornear	30.6	--	0.06	--	0.0	--	43.08	--	14.46	--
Huevo	296	--	22.6	--	19.6	--	1.8	--	5.4	--