

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

**INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA
(I N C A P)**



**DETERMINACION DEL FACTOR DE CONVERSION DE PESO Y VOLUMEN
DE CRUDO A COCIDO Y VICEVERSA EN VEGETALES VERDES**

CLARA AURORA GARCIA GONZALEZ

**CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES EN NUTRICION
Y CIENCIAS DE ALIMENTOS
(C E S N A)**

ESCUELA DE NUTRICION

Guatemala, Mayo de 1983

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA
INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA

**DETERMINACION DEL FACTOR DE CONVERSION DE PESO Y VOLUMEN,
DE CRUDO A COCIDO Y VICEVERSA, EN VEGETALES VERDES**

Tesis elaborada por

CLARA AURORA GARCIA GONZALEZ

Previo a optar al título de

NUTRICIONISTA

En el grado de Licenciado

Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos

Escuela de Nutrición

Guatemala, abril de 1983

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

DECANO:	Dr. José Héctor Aguilar Arreola
SECRETARIO:	Lic. Leonel Carrillo Reeves
VOCAL PRIMERO:	Lic. Luis Fernando Girón Rodas
VOCAL SEGUNDO:	Lic. Francisco Monterroso S.
VOCAL TERCERO:	Lic. Mario Roberto Molina
VOCAL CUARTO:	Br. Sergio Molina Mejía
VOCAL QUINTO:	Br. Héctor Oliveros Pons

DEDICO ESTE ACTO

A DIOS

A MIS PADRES

Pedro García Morales

Hercilia González de García

A MIS HERMANOS

Ana Myriam

María del Pilar

Blanca Leticia

Leonel

Horacio

Giovanni

A MI FAMILIA EN GENERAL

A MIS AMIGOS

DEDICO ESTA TESIS

A MI PATRIA GUATEMALA

**A LA MUY NOBLE Y MUY LEAL CIUDAD DE SANTIAGO DE LOS
CABALLEROS DE GUATEMALA, ANTIGUA GUATEMALA**

A LA ESCUELA DE NUTRICION

AL INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA

A LA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

AL COLEGIO SANTA FAMILIA

A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION

AGRADECIMIENTOS

**AGRADEZCO A LOS MIEMBROS DE MI COMITE DE
TESIS POR LA ASESORIA BRINDADA EN LA
ELABORACION DEL PRESENTE TRABAJO:**

LIC. LILLIAM DE GONZALEZ

LIC. CARMEN DARDANO DE NEWMAN

LIC. COLBERT BRUÑA MIRANDA

**TAMBIEN AGRADEZCO
LA ASESORIA PRESTADA POR:**

LIC. RAFAEL FLORES

HOJA DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCION	1
II.	ANTECEDENTES	3
	A. Los Alimentos	3
	B. Clasificación de los Alimentos	4
	C. Preparación de Alimentos	9
	D. Los Vegetales	16
	E. Preparación de Vegetales	27
	F. Cambios de Peso en los Vegetales	37
	G. Metodología Utilizada para Determinar Cambio de Peso en los Vegetales	39
	H. Factor de Conversión	39
III.	PROPOSITOS	41
IV.	MATERIALES Y METODOS	42
	A. Hipótesis	42
	B. Materiales	42
	C. Métodos	44
V	RESULTADOS	52
	A. Peso	52
	B. Volumen	58
	C. Factores de Conversión	63
	D. Características de Color y Textura	65
VI	DISCUSION	70
VII.	RESUMEN, CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	74
	A. Resumen	74
	B. Conclusiones	76
	C. Recomendaciones	77
VIII.	BIBLIOGRAFIA	78

IX.	APENDICES	81
A.	No. 1 Lista de Vegetales Verdes	82
B.	No. 2 Planilla de Registro de los datos de Peso, Volumen, Color y Textura de los Vegetales Verdes Sometidos a tres Diferentes Métodos de Cocción en dos Dife- rentes Tiempos de Cocción	83
C.	No. 3 Tabla de Colores para la Clasificación del Cambio de Color de los Vegetales Verdes Estudiados	84
D.	No. 4 Método de Scheffé para Comparaciones Múltiples Aplicado a los Datos de Volumen de los Vegetales Verdes Estudiados	85
E.	No. 5 Ejemplo de la Forma de Utilización de los Factores de Conversión de Volumen de los Vegetales Verdes	87

I. INTRODUCCION

La Historia de los alimentos se inicia con la historia de la humanidad. El alimento ha sido uno de los más importantes factores para la subsistencia del hombre. Desde las épocas más remotas, el significado básico del alimento se traduce en la satisfacción de la necesidad del hambre. Al pasar el tiempo, se han categorizado los alimentos, se ha dado mayor importancia a algunos, ya sea por la sensación de saciedad, por el costo, por la disponibilidad o simplemente porque la ingesta de determinado alimento se ha convertido en una costumbre o una tradición.

Actualmente, la alimentación se estudia como una ciencia, y se ha encontrado la necesidad de establecer la adecuación de la dieta a un individuo o a un grupo de individuos.

Para establecer las adecuaciones calórica y de nutrimentos que ingiere un individuo, se ha hecho necesario calcular el valor nutritivo de la dieta consumida, lo cual requiere de una metodología cuidadosa y exacta.

Generalmente, los datos de ingesta se obtienen en cocido, sin embargo, los valores de las tablas de composición de alimentos que se utilizan para hacer los análisis respectivos, son dados en crudo. De allí que en forma constante se presentan problemas relacionados con el análisis de la información obtenida, pues se obtienen datos de peso del alimento cocido y ciertos alimentos al ser sometidos a cocción, varían grandemente en peso y en volumen. Algunos aumentan como en el caso del arroz y otros cereales, otros disminuyen como en el caso de las carnes.

Este problema se traduce en el cálculo inexacto del valor nutritivo de la dieta, puesto que no se tiene el dato preciso de la cantidad en crudo de determinado alimento cuando sólo se tienen datos del alimento cocido. Ante ese problema, se han determinado factores de conversión de peso para alimentos que sufren variaciones considerables en su peso al ser sometidos a cocción, por ejemplo el arroz, el frijol, la carne.

Sin embargo el problema subsiste en relación con los vegetales verdes, para los cuales no se ha determinado un factor de conversión, a pesar de conocerse prácticamente que esos alimentos sufren cambios de peso y volumen al ser preparados.

Ante esta situación se estudiaron 120 muestras de vegetales, las cuales fueron sometidas a tres diferentes métodos de cocción en dos tiempos diferentes, con el propósito de conocer los cambios de peso y volumen de los mismos, y de esta manera determinar los factores de conversión correspondientes. Cabe señalar que no fue posible obtener un factor para peso y uno para volumen como se esperaba, pero si pudieron obtenerse dos factores de volumen, los cuales resultan muy prácticos y además con la posibilidad de ser utilizados con datos de peso en forma sencilla y fácil. Con esto es posible hacer el cálculo del valor nutritivo de dietas que incluyan preparaciones a base de vegetales verdes.

II. ANTECEDENTES

A. Los Alimentos

El término ha sido ampliamente discutido. Desde que existían las tribus primitivas, se daba al alimento un significado: el de satisfacer la necesidad del hambre (5). En un sentido gastronómico, el alimento es un satisfactor del hambre y de los requerimientos nutricionales del organismo humano, pero es la apariencia, el olor, el sabor y la belleza general con que se presenta un alimento, lo que conduce al individuo a despertar el apetito (5). En la actualidad, se toma la definición científica del alimento como un conjunto de sustancias que proveen los nutrimentos y la energía necesarios para el buen funcionamiento de los organismos vivos (1, 3, 5, 8, 21).

En base a las anteriores definiciones, se han dado los siguientes significados del término alimento (21):

1. El alimento es un agente de satisfacción de la necesidad de comer. Este satisface la manifestación más inmediata del hambre, el apetito; el cual permite la posibilidad de seleccionar los alimentos, esta selectividad del apetito tiene la desventaja de no ser la mejor guía en la selección de una dieta adecuada.

2. El alimento constituye un estímulo psicofísico. Posee características capaces de ser captadas por los sentidos. Estas características constituyen un estímulo que permite al individuo, grabar la imagen de cada alimento en su mente, obteniendo un conocimiento de él, el cual es capaz de recordar cada vez que advierte el alimento. Las propiedades físicas del alimento que impresionan los

sentidos varían de acuerdo con la consistencia, el sabor, el olor, el color, la temperatura.

3. El alimento es un estímulo emocional para la persona. Las sensaciones físicas que produce un alimento se encuentran casi siempre, asociadas al recuerdo de una experiencia de agrado o desagrado, que incluye no solamente al alimento en sí, sino también a la situación que rodeaba al individuo al momento de ingerirlo.

4. El alimento actúa como un integrador social. Existe una relación entre el alimento y el grupo social. Hay formas de vida diferentes para cada grupo: religioso, étnico o simplemente un grupo familiar que al compartir estas formas de vida, hacen que cada individuo del grupo satisfaga la necesidad de sentirse miembro de ese grupo. A estas formas pertenece el hecho de compartir costumbres relacionadas con la selección, preparación o distribución de los alimentos.

5. El alimento es un vehículo de sustancias nutritivas. Los alimentos contienen una o más sustancias nutritivas en cantidades variables.

B. Clasificación de los Alimentos

El objetivo principal de hacer una clasificación de alimentos es el de proporcionar una guía, de fácil aplicación en la enseñanza de la buena nutrición (23). Estas guías deben estar basadas en alimentos de producción local, en el uso que la población hace de los mismos y en su valor nutritivo; además de ello también es importante la inclusión de suficientes alimentos en cada grupo,

para permitir la variación de la dieta.

Entre los aspectos a considerar en la elaboración de una guía de alimentos está la practicabilidad de la guía, razón por la cual es necesario considerar grupos de alimentos con similar valor nutritivo y su uso para la población, y no solamente considerar el origen botánico, con el fin de hacer más fácil la utilización de los grupos de alimentos. De esta manera, el tomate y la berenjena son frutos —botánicamente— pero por su uso general, son clasificados como verduras, hortalizas o legumbres; el plátano es un fruto, pero por su uso y la preparación culinaria que se le da, se le clasifica como una raíz farinácea (21). Otro aspecto que debe tomarse en cuenta para clasificar los alimentos, es el uso o la forma en que se consumen los alimentos, ya que las diferencias en estas formas tienen un origen de índole cultural y económico, la cual es muy difícil alterar e inconveniente de modificar, si no es absolutamente necesario (18,21). Además, hay otros aspectos a considerar como son el estado nutricional de la población, las fuentes de nutrimentos disponibles y la facilidad de adquisición de los alimentos. Al hacer estas consideraciones, es necesario incluir también como una de ellas, la cantidad de alimentos que habitualmente consume la población, ya que existe variación del volumen de la porción común de un alimento a otro.

En base a los aspectos anteriores, el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, elaboró una guía de alimentos para uso en Centro América y Panamá, clasificando los alimentos en tres grupos básicos; esto permite la posibilidad de seleccionar una dieta balanceada, indicándose la necesidad de consumir alimentos de cada grupo en cada tiempo de comida. Los tres grupos básicos de alimentos son (23).

1. Productos animales

De acuerdo con sus características, los alimentos de este grupo pueden dividirse en tres subgrupos:

a) Carnes — De mamíferos, aves, peces, crustáceos y algunos reptiles consumidos por la población.

b) Huevos — De gallina, que son los más comúnmente utilizados, los de otras aves como el pato y la paloma, los de algunos reptiles consumidos por la población (tortuga e iguana).

c) La leche y sus derivados que contienen coágulo, tales como el queso y el requesón.

Los alimentos de este grupo representan la mejor fuente de proteínas de buena calidad que existe en los alimentos. A diferencia de las proteínas de los alimentos de origen vegetal, contienen todos los aminoácidos en las proporciones necesarias para que el organismo pueda formar las proteínas propias de sus tejidos.

Además de las proteínas, los productos animales contienen sustancias minerales tales como: el calcio, el fósforo y el hierro. Algunos animales marinos contienen yodo. Los productos animales también contienen vitaminas, principalmente las del complejo B, como la tiamina y la riboflavina.

2. Hortalizas y frutas

Los alimentos de este grupo de acuerdo con sus características, su uso y su valor nutritivo, incluyen tres subgrupos: vegetales verdes y amarillos, otros

vegetales y frutas. Esta clasificación se basa en el uso que se da a los mismos en los diferentes países y en su valor nutritivo. Además de ello, se ha tomado en cuenta que la deficiencia de vitamina A es uno de los problemas nutricionales más serios en algunas áreas latinoamericanas, razón por la cual, se han dividido de acuerdo con el contenido de vitamina A (21, 31, 32, 37):

a) Vegetales verdes y amarillos – El término vegetales verdes y amarillos incluye todos los alimentos de origen vegetal, de color verde intenso o amarillo intenso.

Los alimentos de este subgrupo son ricos en vitamina A y vitamina C, sobre todo si se consumen crudos, aportan buena cantidad de hierro, calcio, potasio, magnesio y otros minerales que son indispensables para el organismo (20, 21, 22, 27, 28, 29, 31, 33, 35, 39). Botánicamente pueden ser de origen diferente, pero su uso habitual es bastante semejante. Tal es el caso de las hojas verdes, zanahoria y güicoy sazón (21,22).

El subgrupo de los vegetales verdes y amarillos está representado por los siguientes alimentos (14, 21, 22, 23): acelga, chile pimiento (ají), güicoy sazón (ayote, zapallo o calabaza), bledo, berro, brócoli, chipilín, espinaca, macuy (hierba mora o quilete), hojas de mostaza, hojas de nabo, hojas de rábano, hojas de remolacha, puntas y hojas de güisquil, hojas y tallos de colinabo, lechuga escarola, puntas y hojas de güicoy, tallos de cebolla, verdolaga, zanahoria.

b) Otros vegetales – A este grupo pertenecen los alimentos de origen vegetal que son consumidos en forma de platillos salados, en el almuerzo o en la cena. Su valor nutritivo, en lo que se refiere al contenido de vitamina A, es

inferior al de los alimentos del subgrupo de vegetales verdes y amarillos. Contienen gran cantidad de agua, pequeñas cantidades de hierro y calcio, y cantidades apreciables de vitamina C. En este subgrupo se incluyen los siguientes alimentos: apio, ayotillos o calabacitas tiernas, berenjena, caiba, repollo chino, cabeza de cebolla, güisquil (chayote o pataste), cogollos de izote, repollitos de bruselas, coliflor, ejotes, espárragos, flor de ayote, flor de izote, loroco, miltomate, nabo, pacaya, palmito, pepino para ensalada, puerro, rábano, remolacha, repollo, tomatillo (21,22).

c) **Frutas** — Son alimentos cuyo origen botánico es el mismo, se consumen crudas o cocidas, como postre, en la merienda o en el desayuno. Son buenas fuentes de vitamina C, especialmente si se consumen crudas, ya que la cocción destruye dicha vitamina. Además de esta vitamina, algunas frutas como la papaya, el melón, el mango maduro, el jocote marañón, albaricoque fresco, mamey, contienen vitamina A en buenas cantidades (21, 22).

3. Granos y raíces

Este grupo de alimentos representa en la dieta la fuente más importante de energía. En él se incluyen tres subgrupos: los cereales, las leguminosas y las raíces, tubérculos y plátano. Además, por su alto contenido energético, se incluyen en este grupo los azúcares y las grasas.

a) **Cereales** — Son granos de las gramíneas utilizadas en la alimentación humana, que tienen un valor nutritivo semejante. Incluye: maíz, arroz, avena, cebada, centeno, maicillo y trigo, y se consumen enteros, descorticados parcial o totalmente y triturados.

Los cereales son muy ricos en carbohidratos (70 o/o del peso aproximadamente) y en proteína (8 o/o) del peso aproximadamente). Contienen abundante cantidad de fósforo y cantidades apreciables de vitaminas (21, 22).

b) Leguminosas — Incluye las semillas que crecen en vainas y que son utilizadas en la alimentación humana. En primer término están los frijoles y sus variedades, luego las arvejas, habas, garbanzos, lentejas y maní (21, 22).

Los alimentos de este subgrupo contienen 60 o/o de su peso de carbohidratos, 20 o/o de su peso de proteína, fósforo, hierro y niacina. A pesar de la cantidad de proteína que poseen, ésta no es totalmente aprovechable por ser de calidad inferior a la proteína animal y a la de los cereales.

c) Raíces, tubérculos y plátano — Son fuentes elevadas de energía. Son ricos en carbohidratos, contienen pequeñas cantidades de niacina y vitamina C (21, 22).

C. Preparación de los Alimentos

1. Propósitos

Para que el alimento pueda reunir las características necesarias, de acuerdo con los gustos, preferencias y capacidad digestiva del individuo; es sometido a diversos procedimientos de preparación casera o industrial, los cuales persiguen los siguientes propósitos (7, 11, 20, 29, 31):

a) Permitir el aprovechamiento de aquellos alimentos que no podrían consumirse en su estado natural.

b) Aumentar la digestibilidad del alimento, adaptándolo al estado del aparato digestivo normal, inmaduro o enfermo.

c) Mejorar el sabor de los alimentos y desarrollar nuevos sabores para estimular, de esta manera, el apetito y la secreción de jugos digestivos.

d) Favorecer la apariencia, dando una presentación muy buena del alimento.

e) Destruir microorganismos y parásitos para hacer más higiénico y perdurable el alimento.

f) Aumentar el valor nutritivo de algunos alimentos, al combinarlos con otros o al hacer aprovechables ciertas sustancias, como lo es el caso del huevo, que al consumirse crudo, no se aprovecha la biotina que posee en la yema, debido a que en la clara existe una sustancia proteica llamada avidina, la cual ejerce un efecto tóxico, al formarse el complejo biotín-avidina. El efecto de toxicidad es eliminado al cocinar el huevo (6).

2. Preparación previa de los alimentos

Se denomina preparación previa al proceso que sufre el alimento antes de ser sometido a cocción, o distribución directamente al usuario (27).

La preparación previa de los alimentos incluye los siguientes aspectos:

a) Limpieza – La limpieza de un alimento permite separar las partes comestibles de las no comestibles como cáscaras, semillas y trozos duros en los vegetales, plumas, escamas y piel en los animales; y además, partes en mal estado

o putrefacción; si es muy avanzada la putrefacción, es mejor desechar el alimento. La porción limpia y comestible se conoce como peso neto y la porción no comestible como desgaste (7, 21, 31).

b) **Subdivisión** — La subdivisión modifica la estructura del alimento y puede ser (7, 21, 31):

i. **Simple** — es una operación mecánica que no altera la constitución del alimento en principio, excepto por exposición a pérdidas por oxidación de vitaminas fácilmente oxidables. Se incluyen en este tipo de subdivisión el cortado, picado, triturado y homogenizado del alimento.

ii. **Subdivisión con separación de partes** — Puede ser: separación de dos líquidos (decantar, centrifugar, destilar), separación de dos sólidos (descascarar, tamizar); separación de un sólido y un líquido (esprimir, sedimentar, colar). A pesar de ser operaciones mecánicas, separan determinadas partes del alimento, que influyen en su constitución y valor nutritivo. Se incluye en estas operaciones el tratamiento industrial a que se someten los cereales para remover la cutícula y con ella parte considerable de su valor vitamínico y mineral.

c) **Unión y mezcla** — Consiste en juntar dos o más alimentos y/o revolverlos hasta formar mezclas de los alimentos. Entre las operaciones para mezclar y unir están la mezcla, batido, amasado y adición de sustancias (7, 21, 31)

Como resultado de las operaciones mencionadas, se obtiene una preparación de valor nutritivo equivalente a la suma de los alimentos empleados en la receta. La limpieza de los utensilios y los cuidados en la manipulación influyen

en las condiciones higiénicas de la preparación; la complejidad de las operaciones, repercute en el costo final.

3. Preparación final de los alimentos

Después que el alimento ha pasado por las operaciones previas de preparación, está listo para ser sometido al procedimiento final de cocción, el cual confiere al alimento nuevas características, modificando su sabor y a veces su composición química por la acción del calor (31).

La cocción de los alimentos, se realiza por medio de dos procesos básicos de cocción, de acuerdo con el medio que se utilice, siendo ellos:

a) **Calor húmedo** — Tiene efecto de hidratar al alimento. Los métodos que más utilizan el calor húmedo son:

i. **Ebullición** — El medio de cocción utilizado en este método es el agua en ebullición, es decir a una temperatura de 100°C. El método consiste en cocinar un alimento en una abundante cantidad de agua, con la aplicación de fuego intenso durante cierto tiempo (23).

Durante la ebullición pueden haber pérdidas de sustancias nutritivas, tales como tiamina, niacina, riboflavina, ácido ascórbico, sales minerales, azúcares y algunas proteínas, ya sea por solubilidad en el agua o por efecto del calor. Por esta razón es recomendable cocinar el alimento lo menos subdividido posible, para conservarle en sabor y valor nutritivo (21, 32, 43).

ii. **Fuego lento** — El medio de cocción utilizado es el agua,

la cual alcanza temperaturas menores de 100°C . El método de hervido a fuego lento consiste en cocinar el alimento en poca cantidad de agua, cuya mayor parte se evapora y el resto queda en el alimento, razón por la cual no ocurren pérdidas por solución; por efecto del calor se pierde tiamina y vitamina C, debido principalmente al prolongado tiempo de cocción.

iii. Cocción a vapor — El medio de cocción utilizado es el vapor de agua, alcanzándose temperaturas mayores de 100°C . Consiste en cocinar el alimento con poca cantidad de agua y en un recipiente cerrado a fin de lograr una elevada temperatura de cocción y por lo tanto un ablandamiento más rápido. Al aplicar calor, el agua se transforma en vapor, el cual alcanza temperaturas muy elevadas por estar en un ambiente cerrado.

En el método de cocción a vapor no hay pérdidas por solución, porque se utiliza poca cantidad de agua y las pérdidas por destrucción son mínimas porque se utiliza corto tiempo. Este método se utiliza en la preparación de alimentos que no requieren de mucha cantidad de agua como en el caso de carnes, leguminosas y vegetales (21, 23, 32).

iv. Baño maría — Consiste en cocinar el alimento en un recipiente colocado dentro de otro con agua hirviendo y a fuego lento. La temperatura que se alcanza es menor de 100°C y su particularidad es que favorece una distribución uniforme de calor. Este método se utiliza para las preparaciones que requieren temperatura moderada y constante. Como no hay contacto directo entre el fuego y el recipiente que contiene el alimento, no hay peligro de que éste se queme o ahume. El método de baño maría, se utiliza para preparaciones espesadas con harinas finas o con huevo (21, 23, 32).

b) Calor seco — Su acción es la deshidratación del alimento. Los métodos más usados son:

i. Fritura — El medio de cocción utilizado es la grasa, la cual puede alcanzar temperaturas mayores de 100°C sin transformarse, pero debe cuidarse de no calentarla demasiado porque puede quemarse y formar sustancias irritantes que se adhieren al alimento produciendo mal sabor.

La fritura es un método de cocción rápido y se utiliza para alimentos ya cocidos o crudos. El calor se transmite con más facilidad a mayor superficie de contacto con la grasa (21, 23, 32).

ii. Asado — El medio de cocción utilizado es el aire, el cual alcanza temperaturas mayores de 100°C. Este método consiste en exponer al alimento directamente al fuego. Durante el asado, el aire que rodea al fuego alcanza temperaturas muy elevadas que producen la cocción del alimento, se forma una capa en la superficie del alimento que impide la salida de sustancias nutritivas (21, 23, 32).

iii. Horneado — El medio de cocción que se utiliza es el aire, el cual puede alcanzar temperaturas muy elevadas, la cocción se realiza por tiempo prolongado. El método consiste en colocar el alimento en el horno, el cual está en contacto directo con el fuego, lo cual produce aire caliente que rodea al alimento. En el alimento se forma una capa exterior que impide las pérdidas por solución, pero por las temperaturas tan altas que se alcanzan y por el tiempo de cocción prolongado hay pérdidas por destrucción de vitamina C y tiamina, que pueden ser considerables (21, 23, 32).

4. Cambio en los alimentos por cocción

La cocción del alimento es la aplicación del calor que emana de una fuente y que se transmite al alimento. Esta aplicación de calor es la que confiere al alimento modificaciones químicas que alteran su estructura, pudiendo hacerse una comparación con los fenómenos digestivos, tal como sucede en el caso de la hidrólisis del almidón (21, 31).

Los métodos de cocción por calor húmedo son disolventes. Una disolución será tanto mayor cuanto mayor sea la cantidad de agua y más prolongado el tiempo de cocción del alimento. En el caso de la cocción a vapor, la disolución es nula y el tiempo de cocción se reduce; mientras que en la cocción a fuego lento con grandes cantidades de agua, hay aumento de pérdidas por solución. Por lo tanto, el método de cocción a fuego lento es indicado para alimentos tiernos, tales como la zanahoria tierna y coliflor, que deben colocarse en un mínimo de agua ya en ebullición. Cuando hay coagulación de la superficie, disminuyen las pérdidas por disolución, de vitaminas hidrosolubles, azúcares, albúminas y globulinas, minerales en general y una parte de almidón que pasa al medio de cocción.

En la cocción por calor húmedo, los alimentos que contienen almidón (cereales, masas, leguminosas secas) aumentan dos o tres veces su volumen inicial, debido a la absorción de agua. Los alimentos ricos en proteína animal (carne) se reducen en volumen por la retracción de las fibras musculares y coagulación de las proteínas.

Los métodos de cocción por calor seco concentran las sustancias extractivas del alimento favoreciendo su sabor las proteínas se coagulan, el almidón se dextri-

niza, el azúcar se carameliza. A Temperaturas muy elevadas la grasa por lo general se descompone; así mismo, las vitaminas liposolubles e hidrosolubles se pueden destruir en mayor o menor proporción.

Es necesario llevar un control de la temperatura y del tiempo de cocción para preservar al máximo el valor nutritivo del alimento (21, 31).

D. Los Vegetales

1. Definición

El término vegetales ha sido ampliamente discutido. A pesar de ello es difícil dar una definición concisa de lo que es un vegetal (38). En general, se da el nombre de vegetales a las plantas comestibles o partes comestibles de esas plantas, que se utilizan en la alimentación humana (10, 20, 21, 23, 31). Tan amplia definición incluiría frutas frescas, oleaginosas, todos los cereales, leguminosas, raíces, tubérculos, hojas, flores (31); puesto que todos esos alimentos son parte comestible de las plantas. Sin embargo, el término vegetales es utilizado para designar a alimentos como tubérculos, raíces, tallos, hojas, unos cuantos frutos tales como el tomate, la berenjena, chile pimiento, güisquil, güicoy y algunos granos o semillas como el frijol y arvejas, a los cuales se les conoce más como hortalizas o verduras (31, 32).

El principal problema en definir lo que es un vegetal, estriba en los conceptos utilizados en la agrupación o clasificación que se hace de los alimentos vegetales. Algunos autores hacen agrupaciones tomando en cuenta el color, el sabor, el origen botánico o el uso y valor nutritivo de los vegetales (23, 24, 25, 31, 40):

a) **Por el color** — De acuerdo con el tipo y cantidad de pigmentos que posee el alimento, clasificándolos en blancos, rojos, amarillos, o verdes (24, 25, 31).

b) **Por el sabor** — Clasificándolos en fuertes y suaves (24, 25, 31).

c) **Por el origen botánico** — Clasificándolos en raíces, tallos, hojas, flores, frutos y semillas (31, 40).

d) **Por el uso que se da al vegetal** — Clasificándolos en:

i. **Hortalizas** — Son las más comúnmente conocidas y designadas como vegetales. Este grupo incluye vegetales de raíz, Tallo, hoja, flor o fruto, son utilizados en comidas formales (almuerzos o cenas) en preparaciones saladas, generalmente cocidos y a veces crudos en forma de ensaladas, acompañando a una carne o un plato delicado (11, 16, 21, 26, 40, 42).

ii. **Frutas** — Incluye todas aquellas frutas acuosas de sabor dulce, utilizadas frescas por lo general y a veces cocidas con azúcar para ser servidas como postres. No todos los frutos son considerados como tales, por ejemplo el tomate, la berenjena, chile pimiento y ayote que son considerados como hortalizas (21, 27).

iii. **Granos** — Término que corresponde a los cereales y a las leguminosas (que crecen en vaina) (21).

iv. **Raíces o vegetales farináceos** — Término asignado a aquellas raíces que constituyen depósitos de almidón tales como la yuca, ñame, malanga,

ñampí, ichintal. Este grupo incluye además la papa, camote (tubérculos) y el plátano (fruto).

e) Por el valor nutritivo — Se han clasificado a los vegetales tomando en cuenta el contenido de vitamina A (23):

i. Vegetales verdes y amarillos — Vegetales que son fuente de vitamina A, como el berro, bledo, zanahoria, chile pimiento, verdolaga, hojas de rábano.

ii. Otros vegetales — Los que tienen un contenido de vitamina A inferior al grupo anterior.

iii. Frutas — alimentos de valor nutritivo similar al de los alimentos de los grupos anteriores, aunque su contenido de vitamina A es inferior al de los vegetales verdes y amarillos.

2. Valor nutritivo de los vegetales

El valor nutritivo de los vegetales va a variar según el tipo, por lo que es necesario especificar a qué grupo pertenece, si se quiere conocer el valor nutritivo exacto (39). En general, los vegetales son muy ricos en agua, contiene desde un 70 o/o hasta un 98 o/o; son bajos en proteínas, grasas y carbohidratos, presentándose estos últimos en forma de celulosa y sustancias pécticas, son fuentes importantes de vitaminas (especialmente de vitaminas A y C) y minerales (10, 11, 20, 27, 32, 33, 34, 42, 44).

3. Selección de los vegetales

Los vegetales dan a la dieta una mayor variedad, interés y armonía por el alto rango de colores, texturas y por la complejidad de sabores y aromas dan el volumen deseable para una digestión normal de los alimentos más concentrados tienen un efecto alcalinizante sistémico; y dan un aporte nutritivo que muchos otros alimentos no tienen, por lo que es necesario incluir vegetales en la dieta (11, 26, 27, 32, 38, 40, 42).

Debido a la importancia de los vegetales en la dieta, es necesario considerar la calidad de los mismos, seleccionándolos de acuerdo al valor nutritivo, la disponibilidad, costo y madurez del vegetal.

a) Valor nutritivo — Es necesario tener conocimiento del valor nutritivo de los vegetales, especialmente en lo relacionado con el contenido de vitamina A, a fin de consumir diariamente alguno de ellos.

b) Disponibilidad — Debe tomarse en cuenta que se dispone de ciertos alimentos vegetales, de acuerdo con la época de producción, obteniéndose a mejor precio los vegetales cuando hay una abundante producción.

c) Costo — Es necesario considerar que hay ciertos vegetales que durante toda época mantienen un precio muy elevado, comparados con otros de menor costo y que son de valor nutritivo muy semejante, tal como es el caso de la zanahoria y el güicoy sazón que son más caros que las hojas verdes, y tanto unos como otros tienen un valor nutritivo similar. De allí, la importancia de conocer los precios de los vegetales, para obtener a un costo mínimo un vegetal de alto valor nutritivo (31).

d) **Madurez del vegetal** – Debe tomarse en cuenta que un vegetal tierno es de mejor calidad nutritiva; además si un vegetal no es tierno, tendrá tejidos gruesos y duros haciendo que el ablandamiento y la preparación del mismo requieran de mayor tiempo de cocción. Por otro lado, comprar vegetales muy maduros es hasta cierto punto antieconómico, pues hay una mayor cantidad de desperdicio; existen algunas excepciones como en el caso del güicoy sazón, que mientras más maduro mayor es su contenido de vitamina A (7, 31).

4. Conservación de vegetales

El propósito primordial de los métodos utilizados en la conservación de alimentos vegetales es prolongar la vida de los mismos, tratando de mantenerlos en las condiciones óptimas para su consumo.

Para la conservación de vegetales se emplean varios métodos, siendo el factor más importante a considerar la temperatura, la cual está presente en todas las formas de conservar los alimentos. Se utilizan temperaturas bajas para métodos como refrigeración y congelación, y temperaturas altas para métodos como la cocción y el escaldado. Los procedimientos de cocción además de hacer los vegetales más blandos y apetitosos, destruyen gran proporción de las enzimas naturales y de la flora microbiana; de tal manera que, alimentos cocidos pueden conservarse varios días, siempre que se evite la contaminación. Esto es importante, porque la cocción por lo general no esteriliza al alimento, por ello se descompondrá al cabo de un tiempo, tiempo que puede prolongarse utilizando el proceso de refrigeración. Estos son procedimientos caseros; para procedimientos industriales será necesario considerar otros factores importantes (35).

Los vegetales, especialmente los de hoja, después de cosechados mantienen su frescura algunas horas, luego empiezan a marchitarse y a perder su color. Se ha comprobado que si el vegetal es mantenido a temperatura ambiente, además de variar su apariencia, se producen pérdidas de nutrimentos y alteración de los tejidos, lo que propicia la putrefacción después de algunos días. Para retardar este proceso se utilizan los siguientes métodos de conservación:

a) **Método casero** — Consiste en aislar y mantener el vegetal en un lugar húmedo y fresco (21, 31). Se conserva en un ambiente cerrado como una bolsa plástica o en una vasija tapada, a fin de evitar que por contacto con el aire haya mucha deshidratación. Al ser guardados, los vegetales deben remojarse para mantener su frescura.

b) **Métodos industriales** — Entre estos tenemos: deshidratación, congelación y conservas o envasados.

En la deshidratación del vegetal, se reduce el agua del mismo, hasta el punto en que no se perjudique el aspecto y el sabor peculiar del alimento; de esta manera se obtiene un producto menos expuesto a deteriorización. Este proceso reduce hasta un 80 o/o de su volumen inicial, solucionando el problema de espacio para almacenar y transportar el alimento (31).

Para congelar un vegetal es necesario someterlo a un tratamiento previo que es el escaldado; el cual consiste en someterlo por un tiempo enormemente pequeño a una temperatura bastante elevada e inmediatamente después congelarlo a fin de tratar de mantener el valor nutritivo y la frescura del vegetal. Este

proceso inhibe las enzimas del alimento y los microorganismos del mismo, retardando, así, la vida del vegetal. Un vegetal congelado debe estar siempre cubierto con plástico.

Para el método de conservas o envasados de vegetales, se utilizan envases de vidrio o latas. Pueden mantenerse a temperatura ambiente, por períodos de tiempo relativamente largos (uno o más años), siempre que la lata no esté abollada o no existan aberturas por donde haya podido penetrar aire; la lata o envase de vidrio deben abrirse en el momento en que se va a utilizar el alimento (21, 28, 31, 35).

5. Pérdidas de nutrimentos en los vegetales

Los vegetales pueden perder sus nutrimentos durante los procesos de almacenamiento (ya sea a temperatura ambiente o a temperatura del refrigerador o congelador); durante la preparación previa, especialmente si se preparan con mucha anticipación a la hora de servirlos y consumirlos, durante la cocción del vegetal y durante el almacenamiento de restos o sobrantes de alimentos.

a) Durante el almacenamiento — Las pérdidas de nutrimentos van a depender de las condiciones en que se conserva el alimento: temperatura, humedad, tiempo, ventilación, iluminación. Los estudios que se han realizado con más frecuencia son los de pérdida de vitamina C, que es un nutrimento muy inestable, lábil al calor y fácilmente oxidable (2, 15, 39, 42). En el cuadro No. 1, se presentan los porcentajes de pérdida de vitamina C en algunos vegetales a la temperatura del refrigerador, pérdidas que se presentan en un período de 24 horas de refrigeración.

CUADRO No. 1
PORCENTAJES DE PERDIDA DE VITAMINA C EN ALGUNOS
VEGETALES A LA TEMPERATURA DE REFRIGERACION,
DURANTE 24 HORAS

VEGETAL	TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO (°F)	PERDIDA DE VITAMINA C - (%)
Espárrago	30	3
Habas verdes	46 - 50	10
Brécoli	46 - 50	10 - 30
Espinacas	41	19

Fuente: Sweetman, M. e I. Mackellar. *Food selection and preparation.* (39).

b) Durante la preparación previa de los vegetales — Pueden ocurrir pérdidas cuando se lava, o bien cuando se subdivide el vegetal. Esta situación se ha demostrado al analizar el agua de lavado de los vegetales, encontrándose que después de lavar el alimento, el agua presenta una alta concentración de los nutrientes del alimento lavado. En estas operaciones de preparación, es también la vitamina C, la que más se pierde por oxidación, tal como en el caso del repollo en que se pierde entre 3 y 6 o/o (17).

c) Durante la preparación de los vegetales — En esta etapa las pérdidas de nutrimentos que ocurren cuando el alimento es sometido a cocción dependen de la frescura del alimento, tamaño del producto, tipo de equipo utilizado, cantidad de agua de cocción, temperatura, tiempo de cocción y cantidad de sal en el agua de cocción (10, 15).

Las pérdidas de minerales se producen por disolución dependiendo del volumen de agua, la solubilidad y el tiempo de cocción. Las sales de sodio y las de potasio son más solubles que las de calcio; las sales de hierro y las de fósforo también se disuelven en gran proporción. Durante la cocción se puede perder de 20 a 50 o/o de hierro, de 15 a 45 o/o de fósforo y de 10 a 30 o/o de calcio.

El tiempo de cocción actúa sobre las pérdidas de minerales; a mayor tiempo mayores pérdidas. En los primeros diez minutos de cocción se pierde hasta 10 o/o y sólo cuando es muy prolongado el tiempo se pierde el doble de minerales. Por ejemplo, el repollo cocido durante 30 minutos pierde 60 o/o de hierro, mientras que cocido durante 3-10 minutos pierde tan solo 15 o/o. La superficie de contacto con el agua, es importante de considerar; la zanahoria en pedazos grandes pierde 25 o/o de las sales minerales y la que se cocina en trozos pequeños pierde 50 o/o (31).

La estructura del vegetal es otro factor que contribuye a que ocurran pérdidas, por ejemplo los vegetales de células ricas en celulosa e impermeables, tienen menos pérdidas porque esa impermeabilidad reduce gradualmente la disolución de sustancias.

Las vitaminas también se pierden por disolución, éstas pérdidas varían de acuerdo con la solubilidad de la vitamina, el tiempo de cocción y el volumen de agua. Las vitaminas solubles en agua son las vitaminas del complejo B y la C, que además de ser solubles en agua son muy oxidables y termolábiles.

En general, se ha observado que cuando las porciones de vegetales son muy pequeñas y son sometidas al método de cocción por ebullición, las pérdidas de nutrimentos son mayores, variando de acuerdo al tipo de alimento, a la estabilidad del nutrimento, a la cantidad de agua de cocción y al tiempo de cocción. En los vegetales de hojas, cuando se utilizó sal en el medio de cocción, se observó retención de 47-100 o/o de tiamina, 55-100 o/o de riboflavina, 36-96 o/o de niacina y 13 o/o de vitamina C (18).

E. Hewston y colaboradores (19) estudiaron los efectos de la ebullición en recipiente tapado y destapado, en la retención de los siguientes nutrimentos: vitamina C, ácido nicotínico, riboflavina, tiamina, calcio, fósforo y hierro. Para el estudio utilizaron los alimentos siguientes: habas, repollos verdes y blancos, maíz, arvejas, pimientos verdes, remolacha y papa. Los resultados obtenidos demuestran que la retención de los nutrimentos depende de las condiciones en que se preparan los alimentos, encontrándose que se retienen menos cantidades de nutrimentos mientras mayor es el volumen de agua y mayor el tiempo de cocción; así como si es mayor la subdivisión del alimento.

Por otro lado, W. Krehl y R. Winters (24), estudiaron los efectos de los métodos de cocción en el peso de los alimentos ya cocidos y en la retención de minerales y vitaminas en los siguientes alimentos: espárragos, remolacha, brócoli,

repollo, zanahoria, coliflor, maíz, habas, arvejas, papas, calabazas y espinacas. En cada caso se utilizó una porción de 500 gramos de vegetales crudos, los cuales fueron sometidos a los siguientes métodos:

- i. Cocción a vapor bajo presión con 125 ml. de agua de cocción (media taza).
- ii. Ebullición con la suficiente cantidad de agua agregada para cubrir justamente el vegetal.
- iii. Ebullición con 125 ml. de agua.
- iv. Sin agregar agua.

Los métodos que utilizaron menor cantidad de agua dieron como resultado un mayor porcentaje de peso en cocido y mayor retención de nutrimentos.

En relación con la retención de nutrimentos se han realizado también estudios sobre aditivos al medio de cocción, tales como sal y/o bicarbonato de sodio. En lo que se refiere a bicarbonatos, su efecto alcalinizante destruye las vitaminas hidrosolubles, principalmente la C, que puede destruirse totalmente en 30 minutos de cocción a 150°C a un pH de 12, mientras que a 100°C a un pH de 7, sólo se destruye completamente después de dos horas de cocción (31). En relación con la adición de sal al medio de cocción, E. Hewston, et al (19), estudiaron el efecto en la retención de vitamina C y ácido nicotínico, cuando se agrega sal a las arvejas frescas, encontrando que la retención no se ve afectada. Cuando se agrega sal al medio de cocción, se ha encontrado un ligero aumento en la retención de tiamina, pero hay que hacer notar que el hecho de agregar sal, redujo el tiempo requerido de cocción de 18 a 8 minutos.

d) Durante el almacenamiento de restos o sobrantes, hay pérdida de sustancias nutritivas, cuando se enfrían y se vuelven a calentar para volverlos a consumir, puesto que por efecto del calor o al agregar sustancias para mantener el sabor, se pierden sustancias que no se habían perdido al preparar el alimento.

E. Preparación de Vegetales

1. Formas de preparación de los vegetales

El uso de diferentes métodos de cocción, simples o combinados, con o sin la adición de ingredientes, dan como resultado una gran variedad de formas de preparar los vegetales, tanto crudos como cocidos. A continuación se anotan algunos tipos de preparación de vegetales (1, 12, 20, 21, 26, 31, 36, 40):

a) Ensalada — Esta preparación puede ser de vegetales crudos o de vegetales cocidos. En la ensalada de vegetales crudos se utilizan con más frecuencia los siguientes alimentos: berro, lechuga, cebollas, apio, zanahoria, pepino, tomate, rábanos, repollo.

Entre los vegetales que más se utilizan para ensaladas o preparaciones de vegetales cocidos están: espárragos, berenjena, brócoli, remolacha, arvejas, nabo, ejotes, coliflor.

b) Jugos — Los vegetales más utilizados en esta preparación son el tomate y la zanahoria; éstos se asocian con jugo de limón y/o de naranja.

c) Cocidos en agua con sal — La mayoría de los vegetales pueden prepararse de esta manera, a fuego lento, en poca agua, con 7 partes por mil de

sal de cocina. Estos vegetales pueden servirse solos o acompañados de salsas, mantequilla, aceite o crema.

d) Sopas o cremas — Pueden ser simples o mixtas, a base de vegetales subdivididos o en puré. Para dar una consistencia de crema, se utiliza leche y harina.

e) Purés — Pueden ser simples, los cuales se hacen de vegetales como el güico y sazón; y los purés a base de salsa blanca, de vegetales de hojas o de vegetales de consistencia suave como la zanahoria.

f) Pudines — A partir de puré de vegetales, al cual se agrega yema de huevo.

g) Souflés — Difieren del pudín en que al soufflé se le agrega clara de huevo batida para dar una consistencia bofia y suave.

h) Rellenos — Se utilizan vegetales que se prestan para ello, tal como la berenjena, tomate, chile pimiento; el relleno puede ser de la misma pulpa del vegetal o con miga de pan, queso, huevo, carne molida, arroz, etc., en las más variadas combinaciones.

i) Fritos — Para vegetales compactos como zanahoria, ejotes, arvejas.

j) A la milanesa — Preparación con una envoltura a base de huevo y harina, utilizando vegetales compactos como zanahoria, güisquil, ejotes, peruleros.

k) Tortitas y croquetas — Se utilizan vegetales de hojas y vegetales no compactos, los cuales se subdividen y se envuelven con harina o miga de pan.

l) Salsas — Se utilizan vegetales precocidos y se preparan con mantequilla.

m) Ensopado — Preparación en que se hace una mezcla de vegetales subdivididos y carne picada, que se cocinan juntos y se les agrega agua lentamente.

n) Braseado — Se pasa el vegetal por grasa caliente con cebolla y otros condimentos, agregándose entonces pequeñas cantidades de agua para terminar la cocción.

o) Gratinados — Se agrega el vegetal a una salsa espesa de tomate, salsa blanca o salsa de carne y queso rayado, luego se hornea.

p) Gelatina — Preparación en que se agrega a los vegetales una sustancia gelificante.

2. Preparación previa de los vegetales

La mayoría de los alimentos vegetales están contaminados por la tierra, por insecticidas y por una gran variedad de microorganismos. Esta contaminación es mayor si el agua de riego de los vegetales en producción es contaminada y la manipulación posterior es inadecuada. Es conveniente someter al vegetal a procedimientos de limpieza inicial, lavándolos con agua potable y escogiendo los más compactos. En el caso de vegetales crudos, debe tenerse especial cuidado, lavando muy bien parte por parte y hoja por hoja. Se aconseja colocar los vegetales de hojas en soluciones de agua con sal durante 15 ó 20 minutos y luego lavarlas antes de ser utilizadas. Con los vegetales que se pelan o se cocinan antes de ser servidos, hay menor riesgo de contaminación.

En el momento de eliminar la cáscara de los vegetales debe cuidarse de no quitarles mucha pulpa, por lo que es conveniente raspar el alimento solamente.

Después de pelar los vegetales debe evitarse el oscurecimiento (empardeamiento), la deshidratación y la pérdida de sabor, cubriéndolos con paños limpios y húmedos o dejarlos en remojo en agua con sal durante el tiempo estipulado; lo mejor es preparar los vegetales lo más próximo posible a la hora de servirlos.

Para evitar pérdidas en el valor nutritivo, se aconseja cocinar el vegetal, siempre que sea posible, con cáscara, por ejemplo la zanahoria.

A pesar de ello, los vegetales pueden ser subdivididos en diferentes formas: en tiras gruesas o finas, en cubos, en bolitas, en forma de almendra, de bastones, cilindros, láminas, pero es necesario tratar de aprovechar el medio de cocción de los vegetales muy subdivididos, en la confección de otras preparaciones (21, 31).

3. Preparación final de los vegetales

Una vez que el vegetal haya sido sometido a la preparación previa se someterá a la preparación final de cocción, siendo los métodos de cocción más indicados, los siguientes (21, 31):

a) Por calor húmedo

i. Cocción a fuego lento — Indicado para vegetales tiernos y suaves, que exigen poco tiempo y poca cantidad de agua de cocción. Entre los vegetales que pueden cocinarse por este método están la zanahoria, coliflor, ejote, vegetales de hojas tiernas.

ii. Cocción por ebullición — Indicado para vegetales menos tiernos, tubérculos, raíces, los cuales exigen más tiempo de cocción. Entre los vegetales que pueden utilizarse están el guisquil y el perulero.

iii. **Cocción a vapor bajo presión** — Este método es utilizado cuando se desea disminuir el tiempo de cocción y las pérdidas por solución. Es recomendable para vegetales duros o por naturaleza compactos como la remolacha.

iv. **Cocción a vapor propiamente dicha** — Este método es utilizado cuando se desea cocinar en volúmenes menores, durante corto tiempo y evitar pérdidas por solución; entre los vegetales que pueden utilizarse están las hojas duras.

b) Por calor seco

i. **Asado** — Indicado para vegetales enteros. En el asado no hay pérdidas por solución, pero pueden haberlas por destrucción de vitaminas termolábiles, principalmente las del complejo B y la C. La vitamina A puede destruirse en 5-10 o/o.

ii. **Fritura** — En este método se pueden utilizar vegetales crudos que se cocinan en grasa, pero necesitan más tiempo y mayor cantidad de grasa. También se emplean alimentos previamente cocidos y luego dorados superficialmente (saltado).

La grasa alcanza temperaturas muy elevadas (hasta más de 200°C) que ocasiona destrucción de vitaminas. Además, al calentarse puede descomponerse produciendo las llamadas acroleínas, que son sustancias irritantes para el aparato digestivo, por ello no debe calentarse excesivamente la grasa al cocinar el alimento (31).

Como variante de la fritura simple existen preparaciones con envolturas, en

las que se utilizan huevo y harina. Entre los alimentos que se utilizan para este tipo de preparación están el coliflor, espinaca, ejote, berenjena, brócoli, acelga.

4. Factores que influyen sobre la cocción de los vegetales

a) **Temperatura y tiempo de cocción** — Existe una estrecha relación entre estos dos factores. Mientras menor es la temperatura, más largo será el tiempo de cocción. Al disminuir el tiempo de cocción, la temperatura deberá aumentarse para lograr el ablandamiento del alimento, ya que tanto la temperatura como el tiempo actúan sobre el ablandamiento, de tal manera que cuando uno y otro es excesivo se llega a la desintegración del alimento. Los alimentos están constituidos por nutrimentos, algunos de los cuales son sensibles al calor, como en el caso de las vitaminas hidrosolubles que son las del complejo B y la C. También las vitaminas liposolubles (A, D, E, K), pueden ser destruidas a altas temperaturas, mantenidas por un tiempo prolongado.

Debe darse preferencia al consumo de vegetales tiernos, que puedan cocinarse a fuego lento y por un corto tiempo, a fin de evitar pérdidas, agregando los vegetales al agua ya en ebullición; al introducir el alimento, éste adquiere algo de la temperatura del agua y al cierto tiempo se reiniciará la ebullición del agua con el vegetal, entonces deberá disminuirse el fuego, manteniendo el recipiente tapado y controlando el tiempo, para utilizar en la cocción el necesario y suficiente para ablandar el vegetal sin desintegrarlo. Cuando los vegetales necesitan temperaturas de cocción elevadas, tal como en el caso de los vegetales de naturaleza consistente (remolacha), éstos deben cocinarse al vapor bajo presión para evitar las pérdidas de nutrimentos.

El tiempo de cocción va a variar dependiendo del método empleado y de la consistencia del alimento utilizado. De allí la necesidad de controlar el tiempo para cada vegetal y lograr el punto deseado (2, 16, 21, 31). Ver cuadro No.2.

b) Agua de cocción

i. Calidad del agua — El agua es un factor muy importante en la cocción de los vegetales, y dependiendo de la composición de esa agua, un vegetal se cocinará en mayor o menor tiempo. Existen varios tipos de aguas.

— Las aguas blandas que son ricas en sodio y pobres en potasio, facilitan la cocción de los vegetales.

— Las aguas duras que son ricas en potasio, calcio y magnesio, dificultan el ablandamiento de los vegetales, debido a la combinación de estos minerales con otros constituyentes del vegetal, así el calcio y el magnesio se combinan con la celulosa, endureciéndola.

Las aguas duras pueden ser temporales y permanentes. En las temporales predomina el bicarbonato de sodio que durante la ebullición reacciona con el potasio de los vegetales, dando como resultado carbonato de potasio, el cual es insoluble, por lo que no interfiere más en el ablandamiento.

Las aguas de dureza permanente son ricas en sulfato de potasio.

— Las aguas ricas en ácido oxálico y fítico — Cuando estos ácidos son abundantes en el agua, pueden unirse con el calcio del vegetal formando compuestos insolubles que perjudican la absorción y aprovechamiento de las sustancias nutritivas del vegetal.

CUADRO No. 2
TIEMPO UTILIZADO EN LA COCCION DE ALGUNOS VEGETALES,
UTILIZANDO TRES METODOS DE COCCION

VEGETAL	PARTE UTILIZADA	TIEMPO DE COCCION (minutos)		
		EBULLICION	A VAPOR	BAJO PRESION
apio	tallo cortado	20-25	25-30	3-4
alcachofa	entera	20-25	35	10
espárrago	puntas	5-10	10-15	1-1.5
papa	entera	30-35	40-60	15
papa	cortada	20-30	30-35	8
camote	entero	20-30	-	-
berenjena	cortada	10-20	*	*
rerolacha	entera	30-45	50-75	-
rerolacha	hojas	15-20	-	*
brócoli	tallos	20-25	-	-
brócoli	flores	5-10	-	*
cebolla	entera	25-35	-	6-7
zanahoria	entera (tierna)	20-25	25-30	4
zanahoria	cortada	15-20	-	2-3
coliflor	flor y tallo	8-16	10-15	1.5
espinaca	hojas	5-8	-	*
nabo	entero	25-30	30-35	7
repollo	picado	6-10	9-12	1-3
tomate	entero	5-10	20	1-2

no informan datos

* método no aplicable al vegetal

Fuente: Ornellas, L. Técnica Dietética, (31)

— El pH también debe ser considerado. Un medio ácido influye sobre el color de los vegetales verdes tornándolos de color marrón. Un medio álcali intensifica el color verde pero propicia pérdidas vitamínicas (2, 20, 21, 25, 31).

ii. Volumen de agua — Las sustancias solubles en agua, como las proteínas, carbohidratos, sales minerales, vitaminas, sustancias extractivas, pigmentos, ácidos y taninos pueden pasar al medio de cocción. Estas pérdidas del alimento por solución, serán tanto mayores cuanto mayor sea el volumen de agua utilizado, mayor el tiempo de cocción y la solubilidad del nutrimento, la temperatura de cocción y la composición química del medio de cocción.

Generalmente se aconseja cocinar con mínimo de agua y a una alta temperatura por un tiempo corto, aunque hay casos en que es necesaria una abundante cantidad de agua, pero puede aprovecharse el medio de cocción en la confección de otras preparaciones. Cuando sea muy necesaria una cocción prolongada en una gran cantidad de agua, es recomendable utilizar el método de cocción a vapor bajo presión a fin de disminuir las pérdidas por solución. Muchas veces se aconseja utilizar los métodos de calor seco, ya que en éstos el valor calórico y mineral se concentran, aunque por acción del calor pueden haber pérdidas de vitaminas (2, 21, 31).

5. Sugerencias para la cocción de vegetales

Algunos autores han dado sugerencias generales para la cocción de los vegetales a fin de evitar, en lo posible, las pérdidas de nutrimentos y de conservar las características organolépticas. Se recomienda (11, 20, 31).

- a) Preparar los vegetales lo más próximo posible a la hora de servirlos y consumirlos.
- b) Cocinarlos por un período de tiempo corto.
- c) Preparar el vegetal entero, o lo menos subdividido posible, para evitar mayores pérdidas de vitaminas y minerales.
- d) Cocinar el vegetal con cáscara, siempre que sea posible.
- e) Cocinar en cantidades mínimas de agua.
- f) No agregar bicarbonatos de sodio al medio de cocción.
- g) Agregar la sal al final de la cocción.
- h) Cocinar el alimento hasta que esté blando, cuidando de no recocer el vegetal para conservarlo entero, con fines estéticos y para evitar mayores pérdidas de nutrimentos.
- i) Agregar los ácidos y las salsas poco antes de servir el vegetal.
- j) Colocar el vegetal en el agua hirviendo a fin de reducir el tiempo de cocción y con ello evitar mayores pérdidas de nutrimentos por exceso de tiempo de contacto del vegetal con el agua de cocción y por el calor.
- k) Utilizar el medio de cocción de los vegetales que se han cocinado en abundante agua, para otras preparaciones.
- l) Colocar en el fondo del recipiente los vegetales más duros y que necesitan mayor tiempo para suavizarse y los más tiernos en la parte de arriba para que la cocción sea uniforme.
- m) Cocinar los vegetales de hojas duras en olla destapada, en abundante agua ya en ebullición, por corto tiempo de cocción, para conservar el valor nutritivo.

n) Cocinar los vegetales de hojas tiernas con un mínimo de agua, en recipiente destapado para cocinar rápidamente sin perjudicar el valor nutritivo.

o) Cocinar los vegetales de sabor fuerte, como repollo, coliflor, nabo, cebolla, en recipiente destapado, en abundante agua. Evitar un tiempo de cocción prolongado pues se produce sabor indeseable y se oscurece el color.

p) Cocinar los vegetales rojos en recipiente tapado.

F. Cambios de Peso en los Vegetales

De acuerdo con algunos estudios, se ha comprobado que hay una tendencia en los vegetales a aumentar de peso durante los primeros minutos de cocción. Luego se ha visto que hay disminución de peso mientras más prolongado es el tiempo de cocción. Los porcentajes de variación de peso son diferentes para cada alimento (9, 34). Varias razones se han atribuido a los cambios de peso de los vegetales. Para el aumento de peso se considera que la razón es la hidratación del vegetal y que ocurre durante los primeros minutos de cocción a temperaturas aproximadas de 80 a 100°C. Se considera que la disminución de peso es directamente proporcional al tiempo de cocción y la temperatura, debiéndose fundamentalmente a colapso de las paredes celulares que sucede a temperaturas aproximadas a 120°C. Cuando hay colapso de las paredes celulares se produce expulsión de los jugos del alimento, ya sea por la disolución de las sustancias en el medio de cocción o por la evaporación de las sustancias; por contracción de las células del vegetal, ya sea por las condiciones del medio de cocción o porque el vegetal es muy duro (4, 9).

En general, se puede afirmar que todos los cambios que puedan sucederse

van a depender específicamente, de las condiciones en que se preparan los vegetales, entre las cuales tenemos volumen de agua de cocción, tiempo y temperatura, tiempo de escurrimiento del vegetal después de lavado y después de cocinado, el uso de aditivos tales como ácidos, álcalis o sal; el tamaño y forma de subdivisión del vegetal. Además de estos factores, influyen también las condiciones de almacenamiento, la edad del vegetal y la forma como se compra (al por mayor o al por menor) (7, 9, 17, 19, 34).

Se han realizado algunos estudios utilizando diferentes métodos de cocción para tratar de encontrar las razones de cambio de peso en los vegetales al cocinarse, encontrándose que:

1. Para los métodos de calor seco, específicamente para el asado y para la fritura, se encontró que hay disminución de peso cuya razón es atribuida a la evaporación de agua, especialmente en el asado; en el caso de la fritura, se encontró que la cantidad de grasa no es suficiente para reducir las pérdidas de evaporación (9, 34).

2. Para los métodos de calor húmedo, específicamente ebullición y hervido a fuego lento, se encontró que los cambios de peso dependen del tiempo de cocción. Se observó que en los primeros minutos de cocción, sucede la hidratación del vegetal, a medida que el tiempo va prolongándose las paredes celulares se van colapsando más. Con los vegetales de hojas hay una ganancia de peso debida indudablemente a que el agua se introduce entre las laminillas de la hoja (9, 34).

G. Metodología Utilizada para Determinar Cambio de Peso en los Vegetales

En varios estudios tendientes a conocer los cambios de peso de los alimentos durante la cocción, se ha seguido el siguiente procedimiento (7, 9, 19, 34).

1. Tomar el peso del alimento tal como se compra (peso bruto).
2. Tomar el peso del alimento después de someterlo a las operaciones de preparación previa (peso neto o limpio).
3. Someter el alimento a cocción, determinando las condiciones que van a investigarse, tales como: método de cocción, cantidad de alimento, volumen de agua, tiempo, temperatura de cocción, estado del alimento y tipo del mismo.
4. Escurrir el alimento, especificando la duración y la posición del escurridor (este paso no se da en todos los casos).
5. Tomar el peso del alimento después de escurrirlo.
6. Calcular el porcentaje de cambio de peso del alimento.

H. Factor de Conversión

A raíz de la realización de varios estudios, se ha encontrado que algunos vegetales sufren cambio, tanto en peso como en volumen, al ser sometidos a cocción (4, 9, 19, 34). Hay limitada información sobre los porcentajes de variación de peso. En lo relacionado a la variación de volumen durante la preparación del alimento no existe información.

El factor es una constante que en el caso del peso y del volumen de los

vegetales va a relacionar dos medidas, peso y volumen, inicial y final, de esta manera el factor de conversión será el cociente de dividir el peso neto o limpio del vegetal entre el peso del alimento cocido. El factor es diferente para cada alimento (13, 31).

Para el área de Centro América y Panamá, se han obtenido los factores de conversión de peso de algunos alimentos (14). Estos factores son el resultado de encuestas dietéticas en que se han tomado los pesos de alimentos crudos y se han dado a madres de familia para que ellas los cocinen para determinar de esta manera, los porcentajes de cambio de peso. Al obtener de esta forma los datos, no se ha especificado ninguna condición durante la preparación del alimento por lo que se han obtenido factores a través de un promedio de los porcentajes de peso de varias preparaciones realizadas por varias madres de familia de las comunidades. Los alimentos a los que se les ha calculado el factor de conversión de peso son: arroz cocido, arroz frito, carne de cerdo asada o cocida, carne de cerdo frita, carne de res asada, carne de res cocida, carne de res frita, frijol frito, lenteja cocida, pastas cocidas (14).

El factor de conversión de un alimento, se utiliza de la siguiente manera (14):

1. Si se quiere obtener la cantidad del alimento en crudo, se multiplica la cantidad del alimento en cocido por el factor de conversión.
2. Si se quiere obtener la cantidad del alimento en cocido, se divide la cantidad del alimento en crudo entre el factor de conversión.

III. PROPOSITOS

A. General

Determinar el factor de conversión de peso y de volumen, de crudo o cocido y viceversa, en vegetales verdes.

B. Específicos

1. Determinar si el tipo de vegetal, el método y el tiempo de cocción tienen efecto sobre el factor de conversión de los vegetales verdes.

2. Determinar si el color y la textura de los vegetales verdes dependen del método y del tiempo de cocción.

IV. MATERIALES Y METODOS

A. Hipótesis

1. Existe efecto del tiempo de cocción sobre el peso de los vegetales verdes.
2. Existe efecto del método de cocción sobre el peso de los vegetales verdes.
3. Existe efecto del tipo de vegetal sobre el peso de los vegetales verdes.
4. Existe efecto del tiempo de cocción sobre el volumen de los vegetales verdes.
5. Existe efecto del método de cocción sobre el volumen de los vegetales verdes.
6. Existe efecto del tipo de vegetal sobre el volumen de los vegetales verdes.
7. El color de los vegetales verdes depende del método de cocción.
8. El color de los vegetales verdes depende del tiempo de cocción.
9. La textura de los vegetales verdes depende del tiempo de cocción.
10. La textura de los vegetales verdes depende del método de cocción.

B. Materiales

1. Muestra

La muestra en este estudio estuvo constituida por dos alimentos del grupo de vegetales verdes, siendo éstos acelga y berro, de los cuales se obtuvo una

submuestra de diez manojos, con el propósito de realizar diez pruebas por cada combinación de métodos y tiempos de cocción. Los vegetales estudiados reunieron las siguientes características: frescos, tiernos y sin haber sido rociados con agua antes de tomar las medidas de peso y volumen.

2. Instrumentos

a) **Lista de vegetales verdes** – Este listado de vegetales verdes fue utilizado para hacer la selección de los vegetales a estudiar en este trabajo.

Apéndice No. 1.

b) **Planilla de Peso, Volumen, Color y Textura de los Vegetales Verdes Sometidos a Tres Diferentes Métodos en Dos Diferentes Tiempos de Cocción** – Este instrumento se utilizó para anotar los siguientes datos: identificación del vegetal, condiciones específicas de cada combinación, medidas de peso, volumen; color y textura en crudo y en cocido. **Apéndice No. 2.**

c) **Tabla de Colores para la Clasificación del Cambio de Color de los Vegetales Verdes Estudiados** – Esta es una tabla que incluye diez diferentes tonalidades de color verde, y fue utilizada para establecer el color de los vegetales y las diferentes tonalidades que el vegetal adquirió al ser sometido a diferentes métodos y tiempos de cocción. **Apéndice No. 3.**

3. Equipo de trabajo

Para la realización del presente estudio se trabajó en una cocina experimental, utilizando el siguiente equipo: balanza dietética con capacidad de 500 gramos, estufa de gas propano, ollas, escurridor, tazas de medir sólidos y líquidos,

tabla de picar, cuchillo y cronómetro.

C. Métodos

1. Para la elaboración de instrumentos

a) **Lista de vegetales verdes** — En esta lista se incluyeron todos los vegetales considerados como verdes (de acuerdo al contenido de vitamina A), según la clasificación de los alimentos en tres grupos básicos, realizada por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (21, 22, 23).

b) **Planilla de Peso, Volumen, Color y Textura de los Vegetales Verdes sometidos a Tres Diferentes Métodos en Dos Diferentes Tiempos de Cocción** — Para la elaboración de este instrumento se tomaron en cuenta los datos necesarios para la realización del estudio.

c) **Tabla de Colores para la Clasificación del Cambio de Color de los Vegetales Verdes Estudiados** — Para la elaboración de esta tabla de colores se tomó como tono inicial, el color verde puro, a partir del cual se dieron matices hacia el más oscuro, tratando de hacerlos a semejanza de los tonos presentados por los vegetales verdes.

2. Para establecer el diseño experimental

a) **Unidad experimental** — En el estudio se tomó como unidad experimental, un “manejo”, forma como se venden los vegetales verdes en el mercado.

b) **Factores** — Se consideraron los siguientes factores:

i. Tipo de vegetal (factor aleatorio) – Se utilizaron dos vegetales: acelga y berro.

ii. Tiempo de cocción (factor fijo) – Se tomaron dos tiempos de cocción: cinco y diez minutos.

iii. Método de Cocción (factor fijo) – Fueron utilizados tres diferentes métodos de cocción:

– Ebullición utilizando media taza de agua de cocción (Método No. 1).

– Ebullición utilizando un volumen de agua suficiente para cubrir al vegetal (Método No. 2).

– Al vapor sin la adición de agua de cocción. En este caso el vegetal se cocinó con el vapor de sus propios líquidos y el del agua adherida al vegetal cuando fue lavado (Método No. 3).

c) El diseño – El diseño es completamente aleatorio con un arreglo factorial de: dos tipos de vegetal, por dos tiempos de cocción, por tres métodos de cocción, el cual da como resultado: $2 \times 2 \times 3 = 12$ combinaciones. En estas combinaciones, cada uno de los vegetales estudiados fue sometido a tres diferentes métodos de cocción con dos diferentes tiempos de cocción.

d) Número de unidades experimentales (n) en cada combinación – Para determinar el tamaño muestral (n), se aplicó el “enfoque de poder” (30), calculando el valor de Phi:

$$0 = (d/DE)(\sqrt{1/2r}), \text{ en donde:}$$

– $d = 0.1$, es la máxima diferencia entre las medias, que se acepta como significativa en este estudio;

— $DE = 6.00$, es la desviación estándar obtenida a partir de: la sumatoria de los cuadrados de las desviaciones estándar, multiplicadas por los grados de libertad de datos de estudios realizados sobre cambios de peso de los vegetales por procesos de cocción (9, 33).

— $r =$ es el número de niveles de cada uno de los factores estudiados, siendo $r = 2$ para el tipo de vegetal, $r = 2$ para el tiempo de cocción y $r = 3$ para el método de cocción.

El enfoque de poder es aplicado para controlar el riesgo de cometer el error tipo I (cuando se rechaza una hipótesis que puede ser verdadera), y el riesgo de cometer el error tipo II (cuando se acepta una hipótesis que puede ser falsa). La probabilidad de cometer el error tipo I (α) para este estudio es $\alpha = 0.05$, la probabilidad de cometer el error tipo II (β) para este estudio es $\beta = 0.10$. Por lo tanto la potencia (P) de los análisis de varianza es: $P = 1 - \beta = 0.90$. Los valores de α y β permiten hacer uso de las “Tablas para la determinación del tamaño muestral para análisis de varianza” (30). De acuerdo con estas tablas, para el valor de α , que tanto para el tiempo de cocción como para el tipo de vegetal es 0.83, corresponde un tamaño muestral de 8 unidades experimentales, y para el valor de $\beta = 0.68$ correspondiente al método de cocción, se obtiene un tamaño muestral de diez unidades experimentales, a fin de controlar los errores tipo I y II. Por lo tanto se utilizaron diez manojos para realizar cada una de las doce combinaciones, haciendo un total de 120 manojos (60 de acelga y 60 de berro), los cuales fueron sometidos a los diferentes métodos y tiempos de cocción.

2. Para la selección de la muestra

Los vegetales estudiados, acelga y berro, se seleccionaron al azar de un total de 18 variedades de vegetales verdes que aparecen en el apéndice No.1. El número de vegetales estudiados pudo variar entre dos y dieciocho, habiéndose elegido arbitrariamente un total de dos vegetales, para lo cual se aplicó el enfoque de poder, y de esta manera asegurar que con el número de unidades experimentales se evita cometer los errores tipo I y II.

La adquisición de los vegetales verdes, se hizo el mismo día en que fueron sometidos a los diferentes métodos y tiempos de cocción, teniendo especial cuidado en que reunieran las siguientes características:

- a) Estar en condiciones óptimas de frescura, tomando como frescos, los vegetales recientemente cortados.
- b) Ser tiernos, tomando como tiernos los vegetales de menor edad, de hojas y tallos blandos y tronadores.
- c) No haber sido rociados con agua, puesto que ello hubiera determinado un aumento de peso.

3. Para la aplicación de las pruebas y la recolección de los datos

Se realizaron las doce diferentes combinaciones del estudio, diez veces cada una, sometiendo cada vegetal a cada método de cocción en cada uno de los tiempos de cocción (120 pruebas en total), partiendo de una cantidad constante de 200 gramos de cada unidad experimental o manojo.

Los datos recolectados en cada combinación, son los siguientes: peso neto

del vegetal (cantidad constante), peso del vegetal cocido y escurrido, volumen del vegetal crudo y cocido, características del color y la textura del vegetal crudo y cocido. Estos datos se anotaron en el Apéndice No. 2.

Para la aplicación de los tres métodos y los dos tiempos de cocción a los dos vegetales del estudio, se realizaron dos pasos:

a) Preparación previa – Esta consistió en:

- i. Eliminar las hojas en mal estado y los tallos menos tiernos.
- ii. Pesar en la balanza dietética, 200 gramos del vegetal.
- iii. Lavar el vegetal, hoja por hoja o rama por rama.
- iv. Dividir el vegetal de la siguiente manera: romper con los dedos las hojas de acelga, en tiras transversales. En el caso del berro, cortar con un cuchillo las ramas en seis u ocho partes.
- v. Determinar el volumen del vegetal por medio de tazas medidoras.
- vi. Observar y anotar las características de color y textura de los vegetales.

b) Preparación final – La preparación final de los vegetales, consistió en someterlos a los métodos y tiempos de cocción en estudio. El procedimiento seguido en la preparación final fue:

- i. Para los métodos de ebullición:
 - Medir el agua de cocción, para el caso en que se utilizó media taza de agua de cocción.
 - Calentar hasta ebullición la media taza de agua en un recipiente tapado.

- Agregar el vegetal a la media taza de agua en ebullición.

Al agregar el vegetal, éste adquiere algo de la temperatura del agua, por lo que se esperó a que se reiniciará la ebullición para disminuir el fuego y medir los cinco o diez minutos de cocción.

- En el caso del método de ebullición en que se utilizó un volumen de agua suficiente para cubrir al vegetal, se sometió a ebullición una cantidad conocida de agua, que al llegar a la temperatura de ebullición, se agregó en la cantidad necesaria al vegetal, el cual estaba en otro recipiente, obteniéndose por diferencia el volumen de agua utilizada. La medición del tiempo de cocción (cinco o diez minutos) se inició a partir del momento de ebullición del vegetal y el agua.

- Escurrir el vegetal durante cinco minutos, colocando el escurridor en posición horizontal.

- Pesar el vegetal en la balanza dietética, después del escurrimiento.

- Determinar el volumen del vegetal, haciendo uso de tazas medidoras. Al tomar las medidas de volumen se tuvo especial cuidado de no ejercer presión sobre el vegetal hacia el fondo del recipiente.

- Observar y anotar los tonos de color y el tipo de textura que presentaron los vegetales cocidos.

ii. Para el método de cocción a vapor sin adición de agua de cocción, el procedimiento seguido fue el siguiente:

- Colocar el vegetal limpio en la cacerola, tapar y calentar a fuego intenso.

- Esperar a que haya cierta presión, la cual se obtuvo

cuando al halar la tapadera no fue posible destapar la cacerola. Es importante hacer notar que la tapadera utilizada en este método tiene una forma especial cuyas orillas redondeadas hacia el centro no permiten que el vapor se escape.

- Cocinar a fuego lento y medir el tiempo de cocción.
- Tomar las medidas de peso y de volumen del vegetal

cocido.

— Observar y anotar los cambios en las características de color y textura del vegetal cocido.

4. Para la tabulación de datos

Para la tabulación, se obtuvieron los siguientes datos:

a) Sumas totales del peso en cocido de cada vegetal, por cada método y tiempo de cocción.

b) Promedio de los pesos de los vegetales cocidos, según cada método y tiempo de cocción utilizados.

c) Sumas totales del volumen en cocido de cada vegetal, por cada método y tiempo de cocción.

d) Promedio de los volúmenes de los vegetales cocidos, según cada método y tiempo de cocción utilizado.

e) Clasificación de las características de color de los vegetales, para lo cual se anotó el número del tono verde que presentaba el vegetal crudo, según la tabla de colores presentada en el apéndice No. 3. Al final de la cocción se observó el cambio en el número de tonos, clasificando como "c" el cambio de uno a cuatro tonos de color verde en relación con el tono inicial, y como "m" el cambio de cinco o más tonos del color verde en relación con el tono inicial.

d) Clasificación de las características de textura de los vegetales, clasificando como A la textura del vegetal que al frotarse ligeramente con las yemas de los dedos, no se deshace; B a la textura del vegetal que al frotarse con las yemas de los dedos tiende a deshacerse; y como C, la textura del vegetal que al frotarse se desintegra con gran facilidad.

5. Para el análisis de los datos

En el análisis de los datos se aplicaron las siguientes pruebas:

- a) Análisis de varianza de tres vías (41) – Se aplicó con el propósito de establecer la existencia o no existencia de los efectos mencionados en la sección de hipótesis, en relación con los datos de peso y volumen.
- b) Método de Scheffé (41) para comparaciones múltiples entre las diferentes celdas de los datos de volumen, a fin de conocer el grado de significancia estadística de las interacciones existentes entre los tres factores estudiados.
- c) Pruebas de “Ji” cuadrado a tablas de contingencia (41), con el propósito de establecer si las características de color y textura de los vegetales estudiados, al ser sometidos a cocción, dependen o no del método y/o tiempo de cocción que se utilice.

V. RESULTADOS

A. Peso

En el cuadro No. 3, se presentan los pesos promedio de los vegetales verdes estudiados, según los métodos y tiempos de cocción utilizados. Como se puede observar, ninguno de los vegetales sometidos a los diferentes métodos y tiempos de cocción, mantuvo su peso inicial de 200 gramos. Se encontró que para el tiempo de cinco minutos, cuando los vegetales fueron sometidos a ebullición con media taza de agua (Método 1}, y con la cantidad suficiente de agua para cubrir al vegetal (Método 2), hubo un aumento de 24.1 y 18.8 gramos respectivamente, en el caso de la acelga; y de 21.6 y 28.7 gramos respectivamente en el caso del berro. Cuando se aplicó el método al vapor sin adición de agua (Método 3) hubo disminución de peso en los dos vegetales, situación contraria a la ocurrida cuando se aplicaron los métodos de ebullición.

Para el tiempo de cocción de diez minutos, cuando los vegetales fueron sometidos al método 1, hubo aumento de peso de 9.1 gramos para la acelga y 5.4 gramos para el berro. Cuando los vegetales fueron sometidos al método 2 hubo disminución de peso de 2.9 gramos para la acelga y 1.6 para el berro. Cuando se les aplicó el método 3 durante diez minutos se observó disminución de 6.1 gramos para la acelga y 9.1 para el berro.

Al comparar el aumento o la disminución de peso en los vegetales, según los tres métodos y los dos tiempos de cocción a que fueron sometidos la acelga y el berro, se puede observar que con cinco minutos de cocción, al utilizar el método 1, hay más aumento de peso en la acelga, mientras que el mayor aumento de peso

CUADRO No. 3
PESO PROMEDIO EN GRAMOS DE LOS VEGETALES ESTUDIADOS
SEGUN EL METODO Y TIEMPO DE COCCION. GUATEMALA 1983

TIPO DE VEGETAL	PESO EN CRUDO	TIEMPO 1 (cinco minutos)			TIEMPO 2 (diez minutos)		
		METODO 1	METODO 2	METODO 3	METODO 1	METODO 2	METODO 3
VEGETAL 1 (acelga)	200 g.	224.1	218.8	186.1	209.1	197.1	193.9
VEGETAL 2 (berro)	200 g.	221.6	228.7	190.4	205.4	198.4	190.9

Método 1: Ebullición con media taza de agua de cocción
Método 2: Ebullición con suficiente cantidad de agua que cubra al vegetal
Método 3: Al vapor sin adición de agua de cocción.

en el berro se produce al utilizar el método 2. Por otro lado, puede observarse que en ambos vegetales, hay mayor disminución de peso al utilizar el método 3. Para el tiempo de cocción de diez minutos, se observó que hay aumento de peso en los dos vegetales al utilizar el método 1 y hay mayor disminución del peso en ambos vegetales al utilizar el método de cocción 3.

En el cuadro No. 4 se presentan los resultados del análisis de varianza, que se realizó con el propósito de comprobar si existe interacción entre el tipo de vegetal, el método y el tiempo de cocción en relación con la ganancia o disminución de peso. Como se puede observar, existe interacción entre el método y el tiempo de cocción, pero no para el tipo de vegetal, lo cual significa, que el aumento o disminución de peso de los vegetales verdes depende del método y del tiempo de cocción que se utilicen pero no del tipo de vegetal.

En base a los resultados anteriores, se unificaron los datos de pesos obtenidos de los dos vegetales verdes estudiados, generalizando así, los datos del estudio a todos los vegetales verdes.

En el cuadro No. 5, aparece el peso promedio de los dos vegetales unificados, según el método y tiempo de cocción; en cuanto al aumento o disminución de peso en los diferentes tiempos y métodos utilizados, se observa una situación similar a la que se presentó al tomar los pesos individuales de cada vegetal, ya que estos datos condicionan los anteriores.

En la figura No. 1, se representan gráficamente los valores promedio de pesos unificados de los dos vegetales, en relación con la interacción tiempo y método de cocción. Como se observa, a mayor tiempo de cocción menor es el

CUADRO No. 4
VALORES TEORICOS Y VALORES CALCULADOS DE "F" (ANALISIS DE VARIANZA), PARA
LOS DATOS DE PESO DE LOS VEGETALES VERDES ESTUDIADOS. GUATEMALA, 1983.

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	PROMEDIOS DE CUADRADOS	VALORES DE F (CALCULADOS)	VALORES TEORICOS DE F (≤ 0.05)
V (vegetal) aleatorio	31.37	1	31.37	0.18	3.94
M (método) fijo	13923.25	2	6969.125	37.06 *	3.09
T (tiempo) fijo	4626.44	1	4626.44	16.11 *	3.94
VM	376.05	2	188.025	1.07	3.09
VT	287.22	1	287.22	1.64	3.94
MT	4742.40	2	2371.20	123.59 *	3.09
VMT	38.37	2	19.85	0.11	3.09
ERROR EXPERIM.	18959.39	108	175.549		
TOTAL	42999.85	119			

* Existe interacción entre los factores o fuentes de variación.

CUADRO No. 5

**PESOS PROMEDIO EN GRAMOS DE LOS VEGETALES VERDES ESTUDIADOS, SEGUN
LA INTERACCION METODO POR TIEMPO DE COCCION. GUATEMALA, 1983.**

METODOS DE TIEMPOS DE COCCION DE COCCION	METODO 1	METODO 2	METODO 3
TIEMPO 1 (cinco minutos)	222.86	223.78	188.77
TIEMPO 2 (diez minutos)	207.27	197.77	192.45

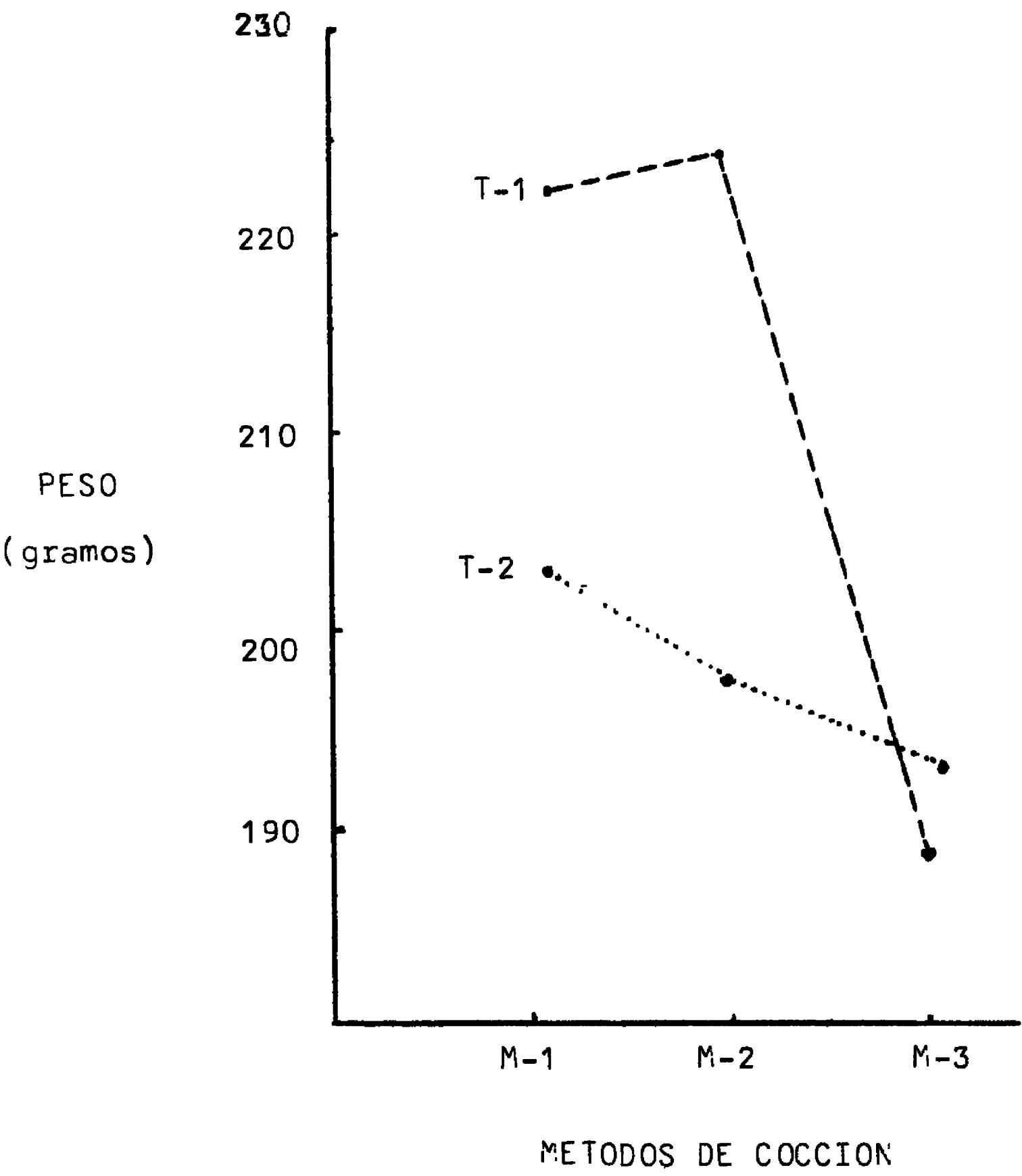
Método 1: Ebullición utilizando media taza de agua de cocción.

Método 2: Ebullición con suficiente cantidad de agua para cubrir al vegetal.

Método 3: Al vapor sin adición de agua de cocción.

FIGURA No. 1

VALORES PROMEDIO DE PESO EN GRAMOS DE LOS VEGETALES VERDES, POR TIEMPO Y METODO DE COCCION. GUATEMALA, 1983



aumento de peso del vegetal, en relación con los métodos 1 y 2, ocurriendo en sentido inverso con el método 3. Esto significa que sería preciso utilizar un factor de conversión de peso por cada método y tiempo de cocción que se utilicen.

B. Volumen

En el cuadro No. 6, se presentan los volúmenes promedio de los vegetales verdes estudiados, según los métodos y tiempos de cocción a que fueron sometidos. Al igual que en el peso, el volumen no se mantuvo constante en ninguna de las pruebas realizadas; siendo el volumen promedio inicial de ocho tazas en crudo. Se encontró que en todos los métodos de cocción los vegetales disminuyeron su volumen.

En cuanto a los volúmenes máximos y mínimos en los diferentes tiempos de cocción se encontró que para el tiempo de cocción de cinco minutos, los vegetales obtuvieron su máximo volumen cuando fueron sometidos a ebullición con media taza de agua (Método 1), obteniéndose valores de 3.5 tazas para la acelga y 3.02 tazas para el berro; mientras que el volumen mínimo obtenido fue de 1.8 tazas para ambos vegetales cuando fueron sometidos al vapor sin la adición de agua (Método 3). Por otro lado, para el tiempo de cocción de diez minutos, el volumen máximo de 2.31 tazas para la acelga, se obtuvo cuando se aplicó ebullición con media taza de agua (Método 1); y 2.17 tazas para el berro con el mismo método 1. Cuando se utilizó ebullición con agua que cubre el vegetal (Método 2) y al vapor (Método 3), se obtuvo un promedio de 2.07 y 1.95 tazas respectivamente, en el caso del berro; mientras que en el caso de la acelga se obtuvo un volumen promedio de 2.20 tazas para ambos métodos.

CUADRO No. 6

**VOLUMEN PROMEDIO EN TAZAS DE LOS VEGETALES ESTUDIADOS
SEGUN EL METODO Y TIEMPO DE COCCION. GUATEMALA, 1983**

TIPO DE VEGETALES	VOLUMEN $\bar{x}$ EN CRUDO (tazas)	TIEMPO 1 (cinco minutos)			TIEMPO 2 (diez minutos)		
		METODO 1	METODO 2	METODO 3	METODO 1	METODO 2	METODO 3
VEGETAL 1 (acelga)	8 tazas	3.55	2.02	1.80	2.32	2.20	2.20
VEGETAL 2 (berro)	8 tazas	3.02	2.42	1.80	2.17	2.07	1.95

Método 1: Ebullición utilizando media taza de agua de cocción.

Método 2: Ebullición con suficiente cantidad de agua para cubrir al vegetal.

Método 3: Al vapor sin adición de agua de cocción.

En el cuadro No. 7, se presentan los resultados del análisis de varianza, realizado con el propósito de comprobar si existe interacción entre el tipo de vegetal, el método y el tiempo de cocción en relación con el cambio de volumen de los vegetales verdes. Como se puede observar, existe interacción entre el tipo de vegetal y el método de cocción; entre el método y el tiempo de cocción, y entre el tipo de vegetal, el método y el tiempo de cocción. Esto indica que la disminución de volumen de los vegetales verdes depende tanto del tipo de vegetales como del tiempo de cocción y del método que se utilicen.

En la figura No. 2, se representa gráficamente, en forma tridimensional, el volumen promedio de los vegetales por tiempo y método de cocción. En la gráfica, se toma como menor significancia de la interacción, cuando las rectas de los métodos de cocción son más paralelas a las rectas de los tiempos de cocción; observándose en la gráfica, que la recta que corresponde al método 1 en el tiempo de cinco minutos es la menos paralela, lo cual da indicios de que existe una diferencia significativa en este método.

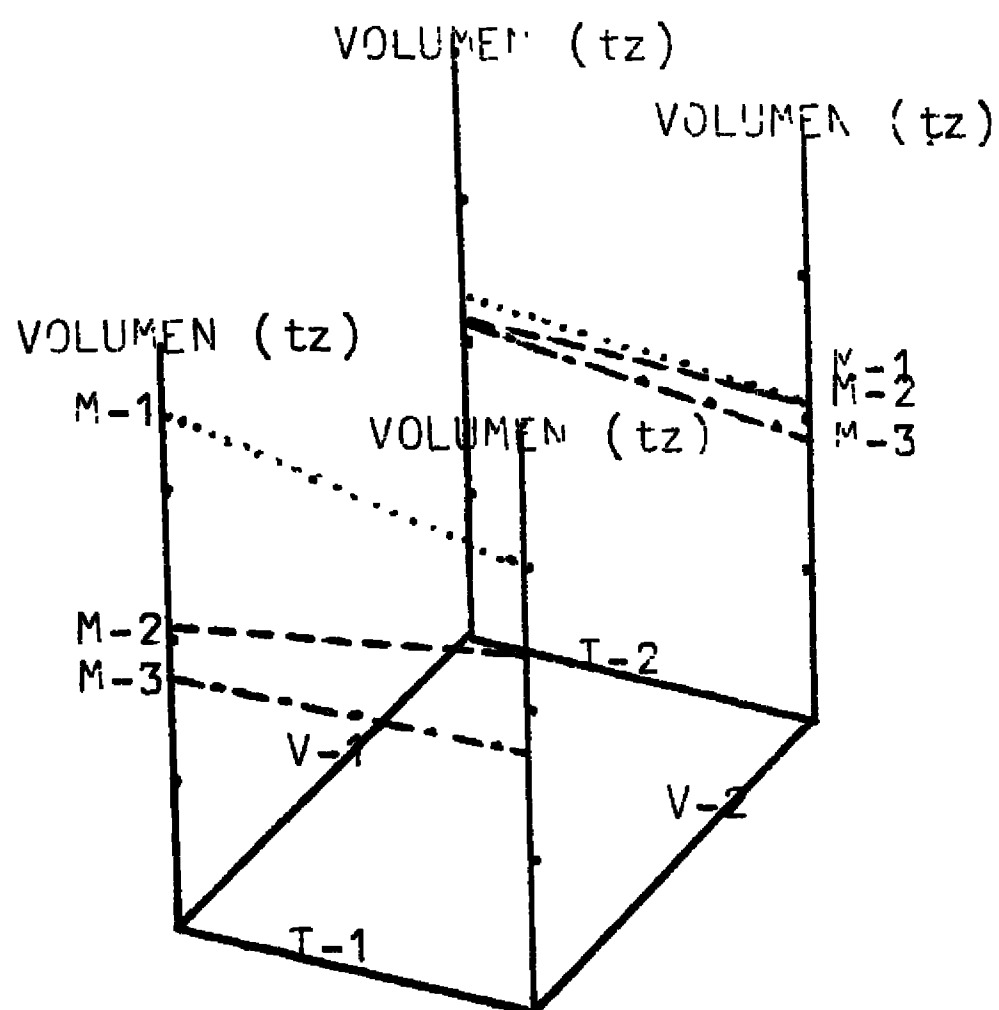
Debido a la interacción existente entre los tres factores estudiados: tipo de vegetal, método y tiempo de cocción, y a la diferencia del método 1 durante cinco minutos, que se observa en la figura No. 2, se aplicó el método de Scheffé para hacer comparaciones múltiples entre los promedios de las celdas, con el propósito de establecer la significancia estadística de los efectos existentes entre las celdas. El desarrollo del método se presenta en el apéndice No. 4. A través de la aplicación de este método se encontró que:

CUADRO No. 7
VALORES TEORICOS Y VALORES CALCULADOS DE "F" (ANALISIS DE VARIANZA), PARA
LOS DATOS DE VOLUMEN DE LOS VEGETALES VERDES ESTUDIADOS. GUATEMALA 1983

FUENTES DE VARIACION	SUMAS DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	PROMEDIOS DE CUADRADOS	VALORES DE "F" (calculados)	VALORES TEORICOS DE "F" (≤ 0.05)
V (vegetal) aleatorio	0.35	1	0.35	2.293	3.94
M (método) fijo	14.61	2	7.305	12.929 *	3.09
T (tiempo) fijo	2.41	1	2.41	18.538 *	3.94
VM	1.13	2	0.565	3.702 *	3.09
VT	0.13	1	0.13	0.8519	3.94
MT	9.19	2	4.595	8.589 *	3.09
VMT	1.07	2	0.535	3.506 *	3.09
ERROR EXPERIM.	15.485	108	0.1526		
TOTAL	45.375	119			

* Existe interacción entre los factores o fuentes de variación.

FIGURA No. 2
VALORES PROMEDIO DE VOLUMEN EN TAZAS, POR TIPO DE
VEGETAL, TIEMPO Y METODO DE COCCION REPRESENTADOS
EN FORMA TRIDIMENSIONAL. GUATEMALA, 1983



- | | |
|-----------|---|
| | M-1: Ebullición con media taza de agua de cocción |
| ----- | M-2: Ebullición con suficiente cantidad de agua que cubra al vegetal |
| -.-.-.-.- | M-3: Al vapor sin adición de agua |

1. No existe diferencia estadísticamente significativa, al compararse los volúmenes de los dos vegetales verdes sometidos a ebullición con media taza de agua (Método 1), durante cinco minutos.

2. No existe diferencia estadísticamente significativa, al compararse los volúmenes de los vegetales sometidos a ebullición con agua que cubra al vegetal (Método 2) y al vapor (Método 3), durante cinco minutos con los volúmenes obtenidos durante diez minutos, al utilizar ebullición con media taza de agua (Método 1), con agua que cubre al vegetal (Método 2) y al vapor (Método 3).

3. Existe diferencia estadísticamente significativa entre los volúmenes de los vegetales sometidos durante cinco minutos a ebullición con media taza de agua (Método 1); y los volúmenes obtenidos al utilizar ebullición con media taza de agua durante diez minutos (Método 1), y ebullición con agua que cubre el vegetal y al vapor (Métodos 2 y 3) durante cinco o diez minutos.

C. Factores de Conversión

1. Peso

De acuerdo a la dependencia que existe del cambio de peso de los vegetales, en relación con el tiempo y el método de cocción a que son sometidos, no es posible generalizar un solo factor de conversión de peso a todos los vegetales verdes sometidos a cualquiera de los métodos y tiempos de cocción estudiados. Esto resulta en la necesidad de establecer un total de seis factores de conversión de peso para los vegetales verdes, lo cual no es conveniente desde el punto de vista práctico.

2. Volumen

De acuerdo con los resultados obtenidos al aplicar el método de Scheffé a los datos de volumen, en relación con la diferencia estadística que existe entre el método de ebullición con media taza de agua (Método 1) durante cinco minutos, con los demás métodos y tiempos de cocción, en lo que se refiere a cambios de volumen; se establecen dos factores de conversión de volumen de crudo a cocido y viceversa, para los vegetales verdes, estos factores son:

a) Para los vegetales verdes sometidos a los siguientes métodos y tiempos de cocción:

- i. Ebullición con media taza de agua de cocción (Método 1), durante diez minutos.
- ii. Ebullición con suficiente cantidad de agua de cocción para cubrir el vegetal (Método 2), durante cinco minutos o diez minutos de cocción.
- iii. Al vapor sin adición de agua de cocción (Método 3), durante cinco o diez minutos de cocción.

se obtiene el siguiente factor de conversión de volumen (FCV_1):

$$FCV_1 = \frac{\text{Volumen X del vegetal crudo}}{\text{Volumen X del vegetal cocido}} = \frac{8 \text{ tazas}}{2.1 \text{ tazas}} = 3.81$$

b) Para los vegetales verdes sometidos al método de ebullición con media taza de agua (Método 1) durante cinco minutos, se obtiene el siguiente factor de conversión de volumen (FCV_2):

$$FCV_2 = \frac{\text{Volumen X del vegetal crudo}}{\text{Volumen X del vegetal cocido}} = \frac{8 \text{ tazas}}{3.3 \text{ Tazas}} = 2.42$$

Estos factores de conversión de volumen pueden ser utilizados aún, cuando se tengan datos únicamente en peso, haciendo uso de los valores de peso por unidad de volumen presentados en el cuadro No. 8; es decir que, será necesario hacer una conversión de los datos de peso a volumen, para que sea posible aplicar los factores obtenidos en este estudio. El factor de conversión puede aplicarse a los vegetales verdes, sin importar en qué cantidades de vegetal se preparen. La cantidad de agua de cocción puede variar para los métodos de ebullición y al vapor, siempre que no sean excesivas. En relación con el tiempo de cocción, debe respetarse el máximo de diez minutos de cocción. De esta manera, los factores determinados en el estudio incluyen sólo los métodos de ebullición y al vapor sin importar las cantidades de vegetales y de agua, pero respetando el tiempo de cocción.

D. Características de Color y Textura

1. Cambios de color

En el cuadro No. 9, se presentan las frecuencias del cambio de color del total de muestras de acelga y berro estudiadas, y la clasificación del cambio, según el método y tiempo de cocción utilizados. Puede observarse, al comparar los dos vegetales, que el berro es el que sufre mayores cambios en el color, principalmente, cuando es sometido al método de ebullición con la suficiente cantidad de agua para cubrir al vegetal (Método 2). La menor frecuencia se presentó al aplicar el método de acción al vapor sin adición de agua (Método 3), durante cinco minutos, tanto para la acelga como para el berro. Esto indica claramente que el método de cocción que se utilice en la preparación del berro influye en el cambio de color.

CUADRO No. 8
VALORES PROMEDIO DE PESO Y VOLUMEN, EN CRUDO
Y EN COCIDO, DE LOS VEGETALES VERDES ESTUDIADOS
GUATEMALA, 1983

UNIDAD DE MEDIDA	VALOR
Peso promedio neto en crudo del vegetal, por unidad experimental (rancio)	200 gramos
Volumen promedio neto en crudo del vegetal, por unidad experimental (manejo)	8 tazas
Peso promedio de una taza de vegetal cocido	89.5 gramos
Peso promedio de una taza de vegetal crudo	25 gramos

CUADRO No. 9
FRECUENCIAS DEL CAMBIO DE COLOR DE LAS MUESTRAS DE ACELGA Y BERRO
ESTUDIADAS, Y CLASIFICACION DEL CAMBIO, SEGUN EL METODO
Y TIEMPO DE COCCION. GUATEMALA, 1983

METODOS Y TIEMPOS DE COCCION	TIPO DE VEGETAL	ACELGA		BERRO	
	CAMBIO DEL COLOR	CAMBIO DE 1 a 4 TONOS	CAMBIO DE MAS DE 5 TONOS	CAMBIO DE 1 a 4 TONOS	CAMBIO DE MAS DE 5 TONOS
Ebullición con media taza de agua de cocción, durante cinco minutos		9	1	8	2
Ebullición con agua que cubre al ve- getal, durante cinco minutos		9	1	3	7
Al vapor sin adición de agua de coc- ción, durante cinco minutos		10	0	10	0
Ebullición con media taza de agua de cocción, durante diez minutos		10	0	8	2
Ebullición con agua que cubre al ve- getal, durante diez minutos		7	3	4	6
Al vapor sin adición de agua de coc- ción, durante diez minutos		10	0	7	3

2. Cambios de textura

En el cuadro No. 10 se presentan las frecuencias del tipo de textura en el total de muestras de acelga y berro estudiadas, y la clasificación del tipo de textura por método y tiempo de cocción utilizados. Puede observarse que los tres métodos de cocción utilizados influyen en el cambio de textura de los vegetales, la cual se ve afectada principalmente, cuando se utiliza el tiempo de cocción de diez minutos. Al comparar los dos vegetales estudiados, se observa que la acelga presentó más frecuencia en la pérdida de su característica de textura.

3. Evaluación de los cambios de color y textura

Al aplicar las pruebas de "Ji" cuadrado a tablas de contingencia, con el propósito de conocer la dependencia de las características de color y textura de la acelga y del berro, en relación con los métodos y tiempos de cocción utilizados, se encontró, que, para el caso de la acelga no existe relación estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) entre el color y los métodos y tiempos de cocción, es decir que el color de la acelga al ser sometida a cocción, no depende del método ni del tiempo de cocción. Para el caso del berro se encontró que no existe relación estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) entre el color y el tiempo de cocción, pero si se encontró relación entre el color y el método de cocción, es decir que el cambio de color del berro al ser sometido a cocción, va a depender del método que se utilice.

En relación con la textura de los vegetales verdes estudiados, se encontró relación estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) entre la textura de los dos vegetales y el tiempo y el método de cocción utilizados al prepararlos, es decir que la textura de la acelga y del berro al someterlos a cocción, va a depender tanto del método como del tiempo de cocción que se utilicen.

CUADRO No. 10
FRECUENCIA DEL TIPO DE TEXTURA EN EL TOTAL DE MUESTRAS ESTUDIADAS
DE ACELGA Y BERRO, Y CLASIFICACION DEL TIPO DE TEXTURA
SEGUN EL METODO Y TIEMPO DE COCCION. GUATEMALA, 1983

TIPO DE VEGETALES METODOS Y TIEMPOS DE COCCION	ACELGA			BERRO		
	TEXTURA A	TEXTURA B	TEXTURA C	TEXTURA A	TEXTURA B	TEXTURA C
Ebullición con media taza de agua de cocción, durante cinco minutos	9	1	0	8	2	0
Ebullición con agua que cubre al vegetal, durante cinco minutos	2	8	0	7	3	0
A vapor sin adición de agua de cocción, durante cinco minutos	6	4	0	4	6	0
Ebullición con media taza de agua de cocción, durante diez minutos	2	8	0	9	1	0
Ebullición con agua que cubre al vegetal, durante diez minutos	1	4	5	0	1	9
A vapor sin adición de agua de cocción, durante diez minutos	0	2	8	1	9	0

- A: Textura del vegetal que al frotarse con las yemas de los dedos, no se deshace.
 B: Textura del vegetal que al frotarse tiende a deshacerse.
 C: Textura del vegetal que al frotarse se desintegra con facilidad.

VI. DISCUSION

La metodología utilizada en el presente estudio permitió conocer el cambio de peso y de volumen en los vegetales, al ser sometidos a cocción. Aunque el procedimiento seguido para la recolección de los datos de peso y de volumen no es exactamente igual al seguido por algunos autores en sus estudios sobre cambios de peso por cocción de los vegetales (7, 9, 19, 34) se obtuvieron los datos que se necesitaban para la determinación de los factores de conversión.

La metodología que se siguió para la recolección de datos de color y textura, permitió clasificar los cambios de esas características y conocer el comportamiento de los vegetales verdes estudiados, en relación con el color y la textura al ser sometidos a cocción. Sin embargo, se considera que esta metodología utilizada para evaluar el cambio de color y la textura de los vegetales es un procedimiento muy subjetivo, que pudo dar mucho margen de error en los resultados, ya sea por la falta de precisión o de exactitud del investigador al realizar la evaluación de estas características. A pesar de ello, se considera que los datos obtenidos representan cambios reales que se suceden en los vegetales verdes al someterse a cocción.

El número de vegetales verdes estudiados (dos), en el presente trabajo, se tomó en forma arbitraria; para lo cual se aplicó el "Enfoque de Poder" y de esta manera determinar la cantidad de manojos de cada vegetal a estudiar en cada combinación de métodos y tiempos de cocción, asegurando que se evitara cometer los errores estadísticos tipo I y II. Así, si se hubiese elegido un número mayor de vegetales, el número de manojos a estudiar por combinación hubiera variado al

aplicar el Enfoque de Poder. Ello no afecta la confiabilidad de los datos obtenidos, pero existe la posibilidad de que hayan varios vegetales con igual comportamiento y para los cuales podría determinarse un sólo factor de conversión de peso, esto podría obtenerse haciendo una investigación en que el número de niveles del factor tipo de vegetal, aumentara a diez o más vegetales.

Los propósitos del estudio se dirigieron principalmente, hacia la determinación de factores de conversión de peso y de volumen de los vegetales verdes. En cuanto al factor de conversión de peso, no fue posible de obtener, ya que el cambio de peso de los vegetales verdes depende tanto del método como del tiempo de cocción a que se sometan, por lo cual sería necesario determinar seis factores de conversión de peso, uno por cada método y tiempo de cocción utilizado. Desde el punto de vista práctico, no es conveniente utilizar seis factores de conversión de peso, debido a que sería necesario obtener datos muy concretos de la forma de preparación de los vegetales verdes consumidos o a consumir, con el propósito de saber qué factor utilizar, y esta información es difícil de obtener en todos los casos sobre todo cuando se hacen estudios dietéticos.

En relación con el volumen, no fue posible determinar un solo factor de conversión; debido a que el método de ebullición con media taza de agua (Método 1) durante cinco minutos, es estadísticamente diferente de los demás. Razón por la cual, se determinaron dos factores de conversión de volumen: uno para el método mencionado y otro que generaliza los otros dos métodos y tiempos de cocción. Se considera que esto es conveniente, sobre todo si se toma en cuenta que en la práctica el método de ebullición con media taza de agua durante cinco minutos, es un método que se utiliza sólo en casos de desearse vegetales muy

tronadores, los cuales deben obtenerse en condiciones de óptima frescura, para prepararlos de esa manera; y debido a que las condiciones de venta de los vegetales en los mercados, no permiten obtener vegetales en esas condiciones de óptima frescura, es necesario utilizar más agua o más tiempo de cocción para lograr el ablandamiento deseado; es decir, que prácticamente, el factor de conversión de volumen de mayor uso será el que generaliza a los vegetales verdes sometidos a ebullición con media taza de agua (Método 1) durante diez minutos, con agua que cubra al vegetal (Método 2) y al vapor (Método 3) durante cinco o diez minutos; y cuyo valor es de 3.81. En el caso de utilizarse ebullición con media taza de agua (Método 1) durante cinco minutos, se utilizará el factor de 2.4, determinado por este método.

Los factores de conversión de volumen, determinados en el estudio ofrecen la ventaja de poder ser utilizados con datos de peso. Esto se logra haciendo uso de los valores promedio de peso por unidad de volumen (Cuadro No. 7) para hacer conversión de los datos de peso a volumen, y siguiendo el ejemplo presentado en el Apéndice No. 5.

De acuerdo con las relaciones estadísticas que se encontraron entre los factores tipo de vegetal, método y tiempo de cocción estudiados en el presente trabajo; los factores de conversión de volumen determinados, pueden generalizarse a todos los vegetales verdes, siempre que se consideren los siguientes aspectos.

1. No importa la cantidad de vegetal que se utilice.
2. No importa la cantidad de agua de cocción utilizada, siempre que esa cantidad no sea excesiva como para afectar el color de los vegetales.

3. Los factores de conversión determinados, pueden utilizarse solamente cuando se han empleado métodos de ebullición y al vapor.

4. Es importante que el tiempo de cocción de los vegetales, no sobrepase los diez minutos, para que la integridad del vegetal no se vea afectada. Tiempo que es suficiente para el ablandamiento necesario, sobre todo si el agua a la cual se agrega el vegetal está realmente en el punto de ebullición.

En relación con los cambios del color y la textura, es importante considerar que cuando se utilizó menor cantidad de agua y menor tiempo de cocción se obtuvo un vegetal con mejor apariencia, esto puede ser empleado como un conocimiento para impartir en cursillos sobre Nutrición, Selección y Preparación de alimentos, puesto que además de cumplir un propósito estético, se asegura el conservar al máximo el valor nutritivo de los alimentos. En el caso de los vegetales verdes, el método al vapor es el indicado para evitar mayores pérdidas de nutrimentos y al mismo tiempo conservar las características de color y textura de los vegetales.

VII. RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. Resumen

El presente estudio tuvo como propósito determinar un factor de conversión de peso y volumen de crudo a cocido y viceversa de los vegetales verdes y analizar en forma muy general las características de color y textura; para lo cual se utilizaron dos vegetales que fueron sometidos a tres diferentes métodos de cocción en dos tiempos diferentes.

Los vegetales estudiados fueron: acelga y berro, los cuales fueron elegidos al azar del grupo de vegetales verdes (Apéndice No. 1).

Para elegir el tamaño muestral (n) en relación a los vegetales seleccionados, se aplicó el "Enfoque de Poder", obteniéndose un tamaño muestral de diez unidades experimentales (manojos), es decir, que por cada combinación de métodos y tiempos de cocción se utilizaron diez manojos, haciendo un total de 120 manojos que fueron sometidos a los diferentes métodos y tiempos.

Los métodos de cocción a que fueron sometidos los vegetales son ebullición con media taza de agua, ebullición con suficiente cantidad de agua para cubrir al vegetal, y cocción al vapor sin adición de agua. Cada uno de estos métodos fue probado durante cinco y diez minutos de cocción.

Para analizar los datos de peso y volumen, se aplicó la prueba de análisis de varianza, para determinar la existencia o no existencia de interacciones entre los factores estudiados. Se aplicó además, el método de Scheffé, para comparaciones

múltiples entre las diferentes celdas de los datos de volumen, a fin de determinar la significancia estadística de las interacciones.

Para analizar los cambios en las características de color y textura, se analizó la prueba "Ji" Cuadrado, para conocer la dependencia entre estas características y el tiempo y método de cocción.

Los principales hallazgos fueron:

- 1 El cambio de peso de los vegetales verdes depende significativamente del método y tiempo de cocción utilizados, pero no del tipo de vegetal verde.
- 2 No existe relación estadísticamente significativa en el cambio de volumen de los dos vegetales verdes estudiados al ser sometidos a ebullición con media taza de agua (Método 1) durante cinco minutos.
3. No existe relación estadísticamente significativa entre el cambio de volumen de los vegetales verdes sometidos a ebullición con agua que cubre al vegetal (Método 2) y al vapor (Método 3), durante cinco minutos, y el cambio de volumen de los vegetales sometidos a los tres métodos durante diez minutos de cocción.
4. Existe relación estadísticamente significativa entre el cambio de volumen de los vegetales sometidos a ebullición con media taza de agua (Método 1) durante cinco minutos y el cambio de volumen de los vegetales sometidos a los otros métodos y tiempos de cocción.
5. En todos los métodos y tiempos de cocción utilizados, los vegetales estudiados presentaron cambios en sus características de color y textura.

B. Conclusiones

1. El cambio de peso de los vegetales verdes depende tanto del método como del tiempo de cocción que se utilicen, por lo que sería necesario determinar un factor de conversión de peso por cada método y tiempo de cocción.

2. El cambio de volumen de los vegetales verdes sometidos a ebullición con media taza de agua durante cinco minutos es estadísticamente diferente del cambio de volumen de los vegetales sometidos a ebullición con media taza de agua durante diez minutos, ebullición con agua que cubre al vegetal y al vapor durante cinco o diez minutos de cocción.

3. No es posible determinar un solo factor de conversión de peso para los vegetales verdes.

4. Se determinaron dos factores de conversión de volumen:

a) El factor 3.81, determinado para los vegetales verdes sometidos a ebullición con media taza de agua (por manojo) durante diez minutos, a ebullición con agua que cubra al vegetal y al vapor durante cinco o diez minutos.

b) El factor 2.42, determinado para los vegetales verdes sometidos a ebullición con media taza de agua de cocción por manojo durante cinco minutos.

5. El cambio de color de la acelga no depende estadísticamente del método ni del tiempo de cocción.

6. El cambio de color del berro no depende estadísticamente del tiempo de cocción pero sí del método utilizado.

7. El cambio de textura de los vegetales verdes estudiados depende estadísticamente del método y del tiempo de cocción que se utilicen.

C. Recomendaciones

1. Que los factores de conversión de volumen determinados en el presente estudio, sean utilizados tanto con datos de volumen como con datos de peso, utilizando para hacer las conversiones de peso a volumen los valores promedio de peso por unidad de volumen (presentados en el cuadro No. 8).

2. Que se realice un estudio con mayor número de vegetales, para agruparlos según su comportamiento ante los procesos de cocción y buscar la posibilidad de determinar factores de conversión de peso por grupos de vegetales verdes.

3. Que se establezca una metodología para la evaluación de las características de color y textura de los vegetales verdes.

4. Que se utilice el método de vapor para la preparación de los vegetales verdes, puesto que al utilizarse poca cantidad de agua de cocción se evitan pérdidas nutritivas por solución y se asegura la conservación de las características de color y textura.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. Amudsen, B. K. Cocine bien y viva sano. Panamá, Pacific Press Publishing Association, 1954. 96 p.
2. Ang, Catharina Y. W. "Nutritive losses in the home storage and preparation of raw fruits and vegetables". En: White, P. y Nancy Selvey. ed. Nutritional qualities of fresh fruits and vegetables. New York, United States of América, Futura Publishing Co., 1974. pp. 51-64.
3. Arlin T., Marian. The science of nutrition. New York, Mcmillan Publishing Co., Inc., 1972. pp. 216-230
4. Bennion, M. y O. Hughes. Introductory foods. 6th ed. New York, Mcmillan Publishing Co., Inc., 1975. pp. 81-118.
5. Birch, G.; A. Cameron y M. Spencer. Food science. 2nd. ed. Great Britain, Biddles Limited, Guildford, Surrey, 1977. pp. 115-130.
6. Braverman, J. Introducción a la bioquímica de los alimentos. España, Ediciones Omega, Barcelona, 1967. pp. 225.
7. Bryant, Geraldine y Ruth Jordan. "Effect of different cooking waters on calcium content of certain vegetables". Food Res., 13. 308-314. 1948.
8. Chaney S., Margaret y Margaret L. Ross. Nutrition. 8th. ed. Boston, Houton Mifflin Company, 1971. pp. 21-30.
9. Chappell, G. M. "Food waste and loss of weight in cooking". The brit. J. Nutr., 8 325-340. 1954.
10. Charley, H. "Fruits and vegetables". En: Paul, P. y H. Palmer. ed. Food theory and applications. United States of América, John Wiley & Sons, Inc., 1972. pp. 234-251
11. Dennles, L. Preparación de alimentos (Trad. del inglés por Rubén Solís) Buenos Aires, Editorial Glem, 1975 pp 25-51
12. Fayard, M. I. Salud y vigor por la alimentación, United States of América, Pacific Press Publishing Association, 1956. 378 p
13. Flores, Marina. "Datos sobre la composición de los alimentos y de algunos platos típicos salvadoreños". Sanidad en El Salvador, 2 283-287 1957
14. , María Teresa Menchú y M. Y Lara Valor nutritivo de los alimentos para Centro América y Panamá. Guatemala, Centro América, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá., mayo de 1971 18 p

15. Gordon J. e Isabel Noble. "Effect of cooking method on vegetables". J. Am. Dietet. Assoc., 35:578-581 1959.
16. ———. "Waterless vs. boiling water cooking of vegetables". J. Am. Dietet. Assoc., 44, 378-382. 1964.
17. Gordon, L., M. Bollman y Mary E. Lambert. "Trining losses in large scale preparation of fresh vegetables". J. Am. Dietet. Assoc., 25:142-154 1949
18. Harris, R. y H. Von Loeseche. Nutritional evaluation fo food processing. New York John Wiley & Sons, 1960. pp. 58-86, 418-435, 462-482.
19. Hewston, Elizabeth; Elsie H. Dawson, Lucy M. Alexander y Elsa Orent-Keiles. Vitamin and mineral content of certain food as affected by home preparation. Wahington, United Statés, Department of Agriculture. Miscellaneous, 1948. 76 p.
20. Hildreth, E. M. Elementary science of food. 12th. ed. London, Mills & Boon (with Allman & Son) Limited, 1975. pp. 87-94, 208-218.
21. Icaza, Susana y M. Béhar. Nutrición. 2a. Ed. México, Nueva Editorial Interamericana, S. A. de C. V. 1981. 301 p.
22. Icaza, Susana, Concha Barnoya y Celina C. de Vargas. Nutrición en la escuela. Costa Rica, Depto de Educación Sanitaria del Ministerio de Salubridad, Pública de Costa Rica, 1966. 342 p. Vol. 1.
23. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Aprendiendo nutrición. (Editado por el) INCAP, Sección de Educación Nutricional. Guatemala, 1958. (INCAP, Publicaciones AN-1, 2, 7, 18, 19, 23).
24. Krehl, W. y R. Winters. "Effect of cooking methods on retention of vitamins and minerals in vegetables". J. Am. Dietet. Assoc., 26:966-972. 1950.
25. Lowe, B. Experimental cookery; from the chemical and physical stand point. 4th ed. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1955. pp. 116-151.
26. McWilliams, Margaret. Food fundamentals. 6th ed. New York, Mcmillan publishing Co., Inc., 1975. pp. 156-167
27. Meyer, Lillian H. ed. Food chemistry. 2nd. ed. United States of América, The Avi Publishing Co., Inc., 1975. pp 218-288.
28. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentos. Conservación de frutas y hortalizas, procedimientos a pequeña escala. [Traducción del boletín No. 21, Home preservation of fruits and vegetables] 2a. impresión, Gran Bretaña, Editorial Acribia, Zaragoza, España, 1976. 185 p.
29. Mottam, R. P. Human Nutrition. 3er ed. United States of América, Food and Nutrition Press, Inc., 1979. pp 156-167

30. Neter, J. y W. Wasserman. Applied linear statistical models. United States of America, Richard D. Irwin, Inc., Homewood Illinois, 1974. pp. 492-496.
31. Ornellas, Lieselotte H. Técnica dietética. Río de Janeiro, Editora Letras e Artes, 1963. pp. 141-174.
32. Pattison, M., N. Barbour y E. Eppright. Enseñanza de la nutrición. México, Editorial Reverté, S. A., 1960. 273 p.
33. Pearson, D. The chemical analysis of foods. 7th ed. London and New York, Churchill Livingstone, 1976. pp. 168-203.
34. Pecot, Rebeca y Bernice K. Watt. Food yields; Summarized by different stages of preparation. United States, Department of Agriculture. Agricultural Research Service, 1956. 93 p. (Agriculture handbook No. 102).
35. Potter, Normand. La ciencia de los alimentos. México, Edutex, S. A., 1973. pp. 537-548.
36. Rubio, J. F. e Isabel R. de Rubio. Cocina Guatemalteca. (Recopilación de recetas). Guatemala, Publicaciones Nacionales M. Alvarado Rubio. 36 p.
37. Sherman, M. C. Food products. 4th ed. New York, The Mcmillan Publishing Co., Inc., 1948. pp. 232-265
38. Smith, S. L. "Vegetables on the diet". J. Home Econ. 27:77, 146-151, 218-222. 1935.
39. Sweetman, M. e I. Mackellar. Food selection and preparation. 4th ed. United States. John Wiley & Sons, Inc., 1966. pp. 201-277.
40. Vail, G. E., J. Phillips, et al. Foods, 6 th ed. Boston, Houghton Mifflin Company, 1973. pp. 100-132.
41. Winer, B. J. Statistical principles in experimental design. United States of América, McGraw-Hill Book Company., 1962. pp. 248-257. (Series in Psychology).
42. Winton, A. y D. B. Winton. The analysis of foods. 2nd ed. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1974. pp. 543-568.
43. _____. The structure and composition of foods. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1936. pp 27-29, 176-177. volumen 2
44. Wu Leung, Woot-Tsuen y Marina Flores. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Comité Interdepartamental de Nutrición (EE.UU.) e Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Washington, D C , E S. Government Printing Office, 1961. 132 p

IX. APENDICES

APENDICE No. 1
LISTA DE VEGETALES VERDES

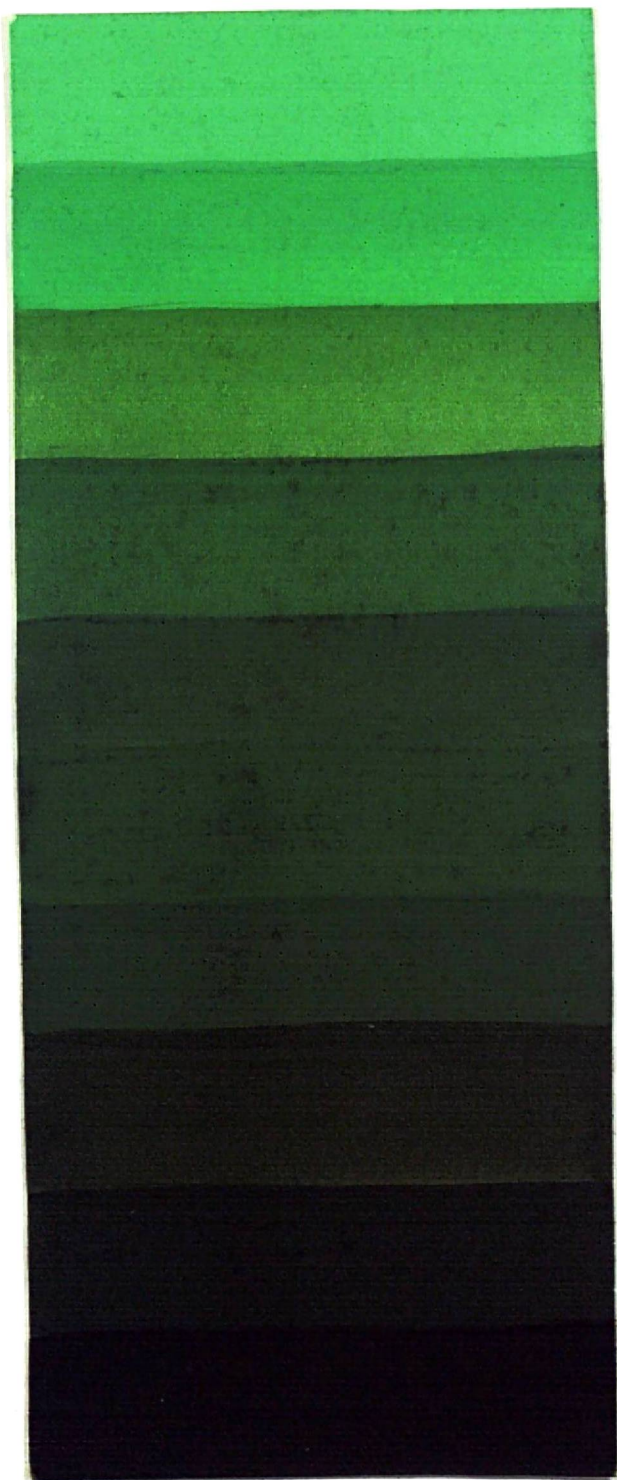
- 1. Acelga**
- 2. Bledo**
- 3. Brócoli**
- 4. Chipilín**
- 5. Espinaca**
- 6. Macuy, hierba mora o quilete**
- 7. Berro**
- 8. Hojas de mostaza**
- 9. Hojas de nabo**
- 10. Hojas de rábano**
- 11. Hojas de remolacha**
- 12. Hojas de güisquil**
- 13. Hojas y tallos de colinabo**
- 14. Lechuga escarola**
- 15. Puntas y hojas de güisquil**
- 16. Puntas y hojas de güicoy**
- 17. Tallos de cebolla**
- 18. Verdolaga**

APENDICE No. 2

PLANILLA DE REGISTRO DE LOS DATOS DE PESO, VOLUMEN, COLOR Y TEXTURA DE LOS VEGETALES VERDES SOMETIDOS A TRES DIFERENTES METODOS DE COCCION EN DOS DIFERENTES TIEMPOS DE COCCION. GUATEMALA, 1983

Unidad experi- mental	Tipo de vege- tal	Tiempo de co- cción	Método de co- cción	Textura inicial	Textura final	color inicial	color final	volumen de agua	Peso en crudo	Peso en cocido	Volumen en crudo	Volumen en cocido
1												
2												
3												
4												
5												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
.												
21												

APENDICE No. 3
TABLA DE COLORES PARA LA CLASIFICACION DEL CAMBIO
DE COLOR DE LOS VEGETALES VERDES ESTUDIADOS
GUATEMALA, 1983



APENDICE No. 4

METODO DE SCHEFFE PARA COMPARACIONES MULTIPLES, APLICADO A LOS DATOS DE VOLUMEN DE LOS VEGETALES VERDES ESTUDIADOS. – GUATEMALA, 1983

1. Comparación del método 1, tiempo 1, vegetal 1 vs. método 1, tiempo 1, vegetal 2.

$$L_1 = (1) Y_{111} + (-1) Y_{211} \quad \sum C_j = (1) + (-1) = 0$$

$$Y_{111} = \text{Volumen vegetal 1, método 1, tiempo 1 } (\bar{X}) = 3.55$$

$$Y_{211} = \text{Volumen vegetal 2, método 1, tiempo 1 } (\bar{X}) = 3.02$$

$$L_1 = (1)(3.55) + (-1)(3.02) = 0.53$$

$$\begin{aligned} s(L_1) &= \sqrt{\text{CME } (C_j^2 / n_j)} \\ &= \sqrt{0.1526 [(1)^2 / 10 + (-1)^2 / 10]} \\ &= \sqrt{0.1526(0.2)} = \sqrt{0.03052} \end{aligned}$$

$$s(L_1) = 0.1747$$

$$S = \sqrt{(r-1)F(1-\alpha; r-1, n_t-r)}$$

$$r = \text{No. de celdas} = 12$$

$$n_t = r \times n = 12 \times 10 = 120$$

$$n_t - r = 120 - 12 = 108$$

$$\alpha = 0.05$$

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{(12-1)F(0.95; 11, 108)} \\ &= \sqrt{(11)(1.89)} = \sqrt{20.79} \end{aligned}$$

$$S = 4.5596$$

$$L - Ss(L) \leq L \leq L + Ss(L)$$

$$Ss(L) = (4.5596)(0.1747) = 0.796$$

$$\begin{aligned} 0.53 - 0.796 &\leq L \leq 0.53 + 0.796 \\ -0.266 &\leq L \leq 1.326 \end{aligned}$$

COMO EL INTERVALO INCLUYE 0, LA DIFERENCIA ENTRE Y_{111} Y Y_{211}
NO ES SIGNIFICATIVA.

2. Comparación entre los métodos 2 y 3 del tiempo 1
contra los métodos 1, 2 y 3 del tiempo 2 de ambos vegetales.

$$L_1 = 3(Y_{121}) + 3(Y_{231}) + (-2)(Y_{112}) + \dots + (-2)(Y_{232})$$

$$\sum C_j = 4(3) + 6(-2) = 0$$

$$Y_{121} \dots Y_{231} = 24.12$$

$$Y_{112} \dots Y_{232} = 25.82$$

$$L_1 = 24.12 + (-25.82) = -1.7$$

$$\begin{aligned} s(L_1) &= \sqrt{CME (C_j^2 / n_j)} \\ &= \sqrt{0.1526 [(36 / 10) + (24 / 10)]} \\ &= \sqrt{0.1526 (6)} \\ &= \sqrt{0.9156} \end{aligned}$$

$$s(L_1) = 0.9568$$

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{(r-1)F(1-\alpha; r-1, n_t-r)} \\ &= \sqrt{(12-1)F(0.85; 11, 108)} \\ &= \sqrt{(11)(1.89)} \\ &= \sqrt{20.79} \end{aligned}$$

$$S = 4.5596$$

$$L - Ss(L_1) \leq L \leq L + Ss(L_1)$$

$$Ss(L) = (4.5596)(0.9568) = 4.3626$$

$$-1.7 - 4.3626 \leq L \leq -1.7 + 4.3626$$

$$-6.06 \leq L \leq 2.66$$

COMO EL INTERVALO INCLUYE 0, LA DIFERENCIA ENTRE

$Y_{121} \dots Y_{112}$ Y_{232} NO ES SIGNIFICATIVA

APENDICE No. 5
EJEMPLO DE LA FORMA DE UTILIZACION DE LOS FACTORES
DE CONVERSION DE VOLUMEN DE LOS VEGETALES VERDES
GUATEMALA, 1983

A. Con Datos de Volumen

1. De cocido a crudo. Se procede de la siguiente manera: Si la porción servida es de 1.5 tazas de vegetal preparado al vapor, entonces.

a) Se aplica el factor de conversión de volumen. (volumen del alimento cocido) (factor de conversión) = (1.5 tazas de vegetal cocido) (3.81) = 5.7 tazas vegetal crudo.

b) Se convierte el volumen obtenido a peso, para calcular el valor nutritivo de la porción servida, según el peso: De acuerdo con los valores del cuadro No. 8,

1 taza de vegetal crudo es = 25 gramos, entonces:

5.7 tazas = 142.5 gramos de vegetal crudo.

2 De crudo a cocido. Cantidad a preparar = 8 tazas.

a) Se aplica el factor de conversión de volumen para conocer la cantidad que se obtendrá en cocido.

volumen vegetal crudo / factor conversión = volumen cocido

8 tazas vegetal crudo / 3.81 = 2.1 tazas vegetal cocido.

b) Se convierte el volumen crudo a peso para el cálculo del valor nutritivo. Según el cuadro No. 8,

1 taza de vegetal crudo = 25 gramos

entonces. 8 tazas = 200 gramos de vegetal crudo

B. Con Datos de Peso

1. De cocido a crudo. Porción servida = 200 gramos

a) Se convierte el peso a datos de volumen, según los valores del cuadro No. 8.

89.5 gramos = 1 taza de vegetal cocido, entonces

200 gramos = 2.23 tazas de vegetal cocido.

b) Se aplica el factor de conversión de volumen: (volumen vegetal cocido) (factor conversión) = volumen crudo

(2.23 tazas vegetal cocido) (3.81) = 8.5 tazas vegetal crudo

c) Conversión del volumen obtenido a peso, para calcular el valor nutritivo:

1 taza vegetal crudo = 25 gramos, entonces

8.5 tazas vegetal crudo = 212.5 gramos de vegetal crudo

2. De crudo a cocido. Cantidad a preparar = 250 gramos.

a) Conversión del peso a datos de volumen:

25 gramos = 1 taza de vegetal crudo, entonces

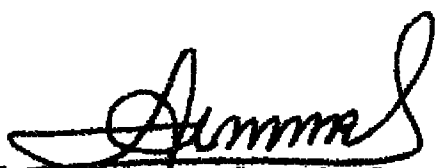
250 gramos = 10 tazas de vegetal crudo.

b) Se aplica el factor de conversión para conocer la cantidad que se obtendrá en cocido:

volumen vegetal crudo / factor conversión = volumen cocido

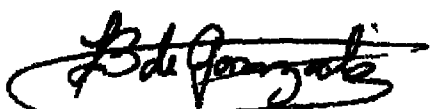
10 tazas vegetal crudo / 3.81 = 2.62 tazas vegetal cocido.

c) Para el cálculo del valor nutritivo, se utiliza el peso crudo obtenido desde el inicio, y cuyo valor en este ejemplo, es de 250 gramos.



Clara Aurora García González

Vo.Bo. Comité de Tesis



Lic. Lilliam B. de González
Asesora

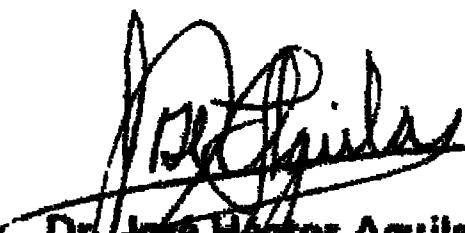


Lic. Carmen Dárdano de Newman
Revisora



Lic. Colbert Bruña Miranda
Representante de la Dirección
de la Escuela de Nutrición

Imprímase:



Dr. José Héctor Aguilar Arreola
Decano de la Facultad de Ciencias
Químicas y Farmacia