

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS**

**"ALIMENTOS A BASE DE CEREALES"**

TESIS que para su examen Profesional de  
Químico Farmacéutico Biólogo presenta  
**LOURDES GARCIA LUGO**

MEXICO, D. F.  
1 9 5 1





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **ALIMENTOS A BASE DE CEREALES**

**Introducción.**

**I.— Principales cereales utilizados como alimentos.**

**II.— Diversos alimentos fabricados a base de cereales.**

a) Generalidades sobre fabricación

b) Composición Química.

c) Valor energético.

**III.— Conclusiones.**

**Bibliografía.**

## INTRODUCCION

*Las tiendas modernas presentan una gran variedad de alimentos fabricados a base de cereales, en diversas formas atractivas y fáciles de preparar para ser tomados. En la actualidad estos productos tienen una gran demanda en su consumo y contienen un solo cereal o bien una mezcla de varios de ellos.*

*En el presente trabajo se hizo una recopilación de los productos más conocidos en el Mercado Nacional como son:*

### Muestra

Núm.	Producto	Fabricante
1.	All Bran	Kellogg Company.
2.	Avena Tres Minutos	Clemente Jacques y Cia.
3.	Avena Rápida	Cia. Mexicana de Productos Alimenticios, S. A.
4.	Avena Rápida	Mead Johnson & Co.
5.	Barley Cereal	Gerber Products Company.
6.	Cereal Food	Garbermex, S. A.
7.	Corn Flakes	Cia. Mexicana de Productos Alimenticios, S. A.
8.	Corn Flakes	Kellogg Company.
9.	Oatmeal	Gerber Products Company.
10.	Pabena	Mead Johnson & Co.
11.	Pablum	Mead Johnson & Co.
12.	Puffed Rice	Cia. Mexicana de Productos Alimenticios, S. A.
13.	Puffed Wheat	Cia. Mexicana de Productos Alimenticios, S. A.
14.	Rice Krispies	Kellogg Company.
15.	Shedded Wheat	Kellogg Company.

*Los que se enumeraron para estudiar su composición química, así como su valor energético.*

## CAPITULO I

### PRINCIPALES CEREALES UTILIZADOS COMO ALIMENTO

Desde el tiempo de los antiguos egipcios hasta la fecha, varios tipos de granos han sido desquebrajados, molidos o tratados de cualquier otro modo hasta transformarlos en alimento.

Un estudio de los hábitos de la alimentación de muchos pueblos, llega a la conclusión de que dichos hábitos pudieron haber empezado con el uso de los granos de cereales.

En la actualidad los granos proporcionan la mayor parte del alimento mundial. Esto es a causa de las mejoras en los métodos del arado y demás procesos de agricultura, de transportes, de almacenamiento y preparación. También desde el punto de vista económico, ningún otro alimento es fuente más económica de hidratos de carbono y proteínas.

#### Estructura de los granos de cereal.

Todos los cereales son semillas de granos. Cada semilla está formada de tres partes, inclusive la cáscara externa, que son:

1.—EL SALVADO.— Consiste en una o varias capas de fibra o celulosa que actúan como una cubierta protectora. Este contiene: calcio, fósforo, hierro, complejo vitamínico B y G, y a gunas proteínas.

2.—**EL ENDOSPERMO.**—Es la porción más grande del grano y contiene principalmente almidón y proteínas.

3.—**EL GERMEN O EMBRION.**—Es la parte de la cual nace la nueva planta y contiene grasa, algunos hidratos de carbono, proteínas, material mineral, vitamina B y ácido nicotínico.

### Composición de los granos de cereal

La composición de todas las semillas es aproximadamente de un 70% de hidratos de carbono, los cuales en la semilla madura toman la forma de almidón. Además contienen 12% de materia mineral. El resto puede ser agua.

Los cereales son una fuente importante de energía, pero sólo una favorable fuente de proteínas. 23.5 gramos de casi cualquier cereal seco, produce aproximadamente 100 calorías, dando sólo de 3.5 a 4 gramos de proteínas que se acercan a la décima parte de nuestras necesidades diarias.

El contenido mineral de los granos hace de ellos una valiosa adición en la dieta, aunque no contienen el suficiente calcio, por lo que para completar nuestras necesidades de este metal se adicionan de leche, sin embargo son una buena fuente de fósforo.

Antiguamente la molienda se hacía utilizando todo el grano, pero en la actualidad ya no se obtiene una harina integral sino que se utiliza solamente el almidón del endospermo, enriquecido con vitamina B, hierro y leche evaporada. Los científicos dicen que una de las causas por lo que las dietas son pobres, es porque se ha hecho a un lado el uso de alimentos como los brinda la naturaleza, y se han substituido por otros a los que el hombre les ha removido algunas de sus partes nutritivas más importantes, por el proceso de preparación de estos alimentos para el mercado. Los cereales ilustran cómo se ha adulterado la dieta en esta forma.

Por un proceso nuevo de molienda, ahora es posible incluir el embrión en los productos de cereales molidos.

Los cereales más comunmente usados son: trigo, arroz, maíz, avena, centeno, y cebada, incluyendo todas sus variedades.

Todos estos granos son usados principalmente como harinas y cereales para desayuno.

**TRIGO.**—Es el *Triticum sativum*, L.

Los granos de trigo son ovales y presentes tres aristas longitudinales redondeadas; tienen una forma de canoa o quilla, romos en la cara dorsal, presentan en la ventral un surco longitudinal bastante profundo y muy abierto. Obtusos en las dos extremidades, llevan en su vértice como penacho de pequeños pelos.

La semilla de trigo se compone en su mayor parte (82%) de endospermo, que está formado por gránulos de almidón contenidos en un fino retículo de proteínas. Cada célula contiene numerosos granos de almidón de tamaño variable. El endospermo es pobre de sales minerales y no contiene tampoco vitaminas; alrededor de ellas está el depósito alcarúónico (3%) que es rico en proteínas. El embrión se haya en la parte inferior de la semilla formando el 5% del volumen total del grano, es rico en proteínas de excelente calidad, contiene las vitaminas A, B, E y G y posee elementos minerales en abundancia; contiene también aceite. Alrededor de toda la semilla hay varios depósitos de salvado, substancia más rica en minerales que cualquiera otra parte de la semilla, constituyendo el 5% del volumen total.

Las principales proteínas del trigo son cinco: 1.—Gliadina. 2.—Gluteína. 3.—Leucosina, una albúmina contenida principalmente en el embrión. 4.—Globulina y 5.—Una o varias proteosas.

La gliadina y la gluteína predominan principalmente sobre las otras proteínas formando el glúten, el cual da al trigo sus propiedades panificadoras. Por lo tanto ambas son de mayor importancia desde el punto de vista tecnológico y de la nutrición, siguiéndole en importancia la leucosina.

El salvado contiene cerca del 22% de las proteínas de la semilla del trigo, siendo éstas relativamente ricas en aquellos aminoácidos esenciales en la nutrición en los cuales las proteínas del endospermo son pobres.

El trigo íntegro es un buen proveedor de fierro y de elementos minerales, los cuales son rechazados en la molienda de trigo para

harina blanca, pues se han ido en la cutícula y el germen. En los Estados Unidos existe un programa de enriquecimiento de la harina con vitaminas, calcio y fierro.

**ARROZ.**—Es el *Oryza sativa*, L.

Es un grano comprimido lateralmente, acanalado, lampiño, de lados desiguales y aspecto cónico y translúcido.

El arroz es el más usado de todos los cereales a causa de su gran consumo en los países orientales.

Las proteínas del endospermo del arroz, contienen notablemente una gran cantidad de aminoácidos a la nutrición, como la lisina. Una dieta consistente principalmente de arroz molido, contiene una mezcla de proteínas más eficiente en la nutrición que la harina blanca del trigo; y doble el arroz blanco es el mantenimiento de la dieta. Ésta puede no necesitar de la complementación de otros alimentos como pan blanco.

El proceso de la molienda rechaza cerca de las tres cuartas partes del contenido de fierro y una porción igual de tiamina.

El proceso tecnológico, el cual empieza su desarrollo, pretende transferir mucha de la tiamina de la capa exterior de la semilla de arroz a su interior, de modo que el arroz de esta manera convertido, pueda ser limpiado con una menor pérdida de tiamina y vitaminas hidrosolubles.

El grano puede obtenerse en el mercado en tres formas: a).—con la cáscara adherida a la semilla; b).—cruado, es decir, sin cáscara, pero reteniendo el salvado; y c).—pulimentado o blanco, sin germen, cáscara ni salvado.

El arroz pulimentado es el más usado en nuestro país, pero el arroz moreno adquiere cada día mayor importancia a causa de su gran valor nutritivo.

Se pulimenta el arroz con el fin de que se conserve mayor tiempo, ya que el aceite del germen se enrancia rápidamente y los insectos atacan en seguida al grano integral, no así al pulimentado. No obstante el proceso de pulimentación, igual que el de molienda, separa del grano sustancias de gran valor nutritivo, principalmente vitaminas y elementos minerales.



Su composición química varía según se le presente, lo cual puede observarse en el siguiente cuadro de James McLester. (1).

PARTES CONSTITUTIVAS DE LA PORCIÓN COMESTIBLE EN %

	Peso de 100 sembls.	Hume- dad. %	Protei- na. %	Grasa %	Fibras %	Hidratos de C. %	Ceni- zas. %
Sin cáscara:	2.929.	10.28.	7.95.	1.65.	0.42.	65.60.	4.09.
Arroz cocido:	2.466.	11.00.	8.02.	1.96.	0.93.	76.05.	1.15.
Arroz pulimentado	2.132.	12.31.	7.18.	0.23.	0.30.	79.36.	0.46.

**MAÍZ.**—Es el *Zea maíz*, L.

El maíz constituye un enorme recurso potencial alimenticio.

Se usa principalmente para alimentar el ganado, pero constituye también un excelente alimento para el hombre, pues aparece en nuestras mesas en diferentes formas como harinas, cereales para desayuno, aceites y jarabes, todos éstos juntos se estiman en menos de un décimo de cosecha.

La composición del maíz es parecida a la de los otros granos, pero contiene mayor cantidad de grasa. La cáscara const. principalmente de fibras leñosas y de goma. El endospermo se compone de almidón con algunas proteínas y muy poca grasa y substancia mineral. El germen contiene proteínas y es rico en aceite y cenizas.

La harina del maíz se emplea para hacer pan y budín; no admite la levadura como la harina de trigo y, por consiguiente, el pan de maíz es diferente al pan de trigo. No obstante el pan de maíz bien hecho es nutritivo, delicioso y altamente digestible. La harina preparada por nuestros antepasados en molino, era de la mejor clase, porque las partículas más ordinarias eran separadas y se retenía todo el germen y una buena porción de salvado; en la actualidad, se usa raramente, "pero el antiguo procedimiento" como se le llama ahora, también produce una harina similar. Lo mo-

lienda posterior con separación de todo el salvado y del germen, produce una harina de fina calidad que contiene menos aceite y que, desde luego, se conserva mejor, pero cuyo valor nutritivo es bajo y no tan sabrosa para los que gustan del pan de maíz.

En nuestro país es usado generalmente el maíz como alimento básico en forma de "TORTILLAS", que tienen un alto valor alimenticio, pues no se desperdician en su elaboración nada de las substancias que el grano contiene.

**AVENA.**—Es el fruto de la avena sativa, L.

Cuando se cosecha el grano de avena, está rodeado de sus pajas muy unidas, pero más tarde es despojado de dichas envolturas. Así preparadas tienen la forma de una lanceta laminada, sus granos lineares, atenuados en sus extremidades tienen en la cara ventral un surco longitudinal estrecho. Se usa principalmente como alimento para desayuno. En la preparación de la avena molida o avena solamente, se separan las cáscaras diminutas y se conserva el germen y el salvado, esto proporciona a los productos de avena un contenido en proteínas, grasas, vitaminas y cenizas más rico que el de otros productos obtenidos de los demás cereales.

**CENTENO.**—Es el *Sécale* cerealé, L.

Es más alargado que el grano de trigo, adelgazado inferiormente y de un color amarillo gris. Cuando está bien seco su superficie es ligeramente rugosa, encorvada por la cara dorsal, presenta en la ventral un surco longitudinal gris y tiene en la extremidad superior un penacho de pelos.

El centeno al igual que la cebada, son adaptables a extensas regiones, pudiendo en un futuro no lejano producirse en las regiones frías. Es parecido al trigo en lo referente a composición y cualidades de panificación, pero el color del pan es mucho más oscuro. El pan fabricado con la harina integral no es digerido tan fácilmente como el blanco, o como el obtenido con la harina fina de centeno, a causa de su mayor contenido de celulosa. La harina fina de centeno ha perdido la corteza y el germen.

Esta clase de pan es muy consumida en los países del norte de Europa.

**CEBADA.**—Es el fruto del *Hordeum vulgare*, L.

La forma de este cereal es elíptica, adelgazado en sus extremidades, anguloso, la cara dorsal convexa, la cara ventral tiene un surco longitudinal de color amarillo paja. Desembarazada de su epispermo y de su germen, se obtiene la "cebada perla".

La cebada es parecida al trigo y al centeno en propiedades nutritivas, pero contiene una proteína adicional llamada: "Hordeína".

**COMPOSICION MEDIA DE ALGUNOS DE LOS CEREALES MAS COMUNES, (EN DIVERSAS FORMAS), SEGUN RECOPIACION HECHA DE VARIOS AUTORES: (2), (3)**

**PARTES CONSTITUTIVAS DE LA PORCION COMESTIBLE EN %**

	Agua	Protei- nas	Gras as	Carbo- nato	Hidra- tos de C.	Fib- ras	Valor Calo- rif. por 100 grs. en calo- rias.
<b>CEBADA:</b>							
Cebada perlada o entocorada	10.6	8.7	1.0	1.2	76.3	0.8	357.
Cebada integral	11.2	1.7			75.2		361
<b>TRIGO:</b>							
Trigo integral	11.1	1.7			75.5		362.
<b>HARINAS DE TRIGO:</b>							
Oscura y muy oscura	12.0	12.4	2.4	1.6	71.6	1.0	358
Clara y muy clara	12.0	8.3	1.1	0.9	79.7	0.4	354
Patentada para su uso	12.0	10.0	0.9	0.4	75.9	0.3	355
<b>MAIZ:</b>							
Maiz fresco entera							
de la mazorca	12.1	10.1			78.7		111
Maiz fresco sobre la mazorca	10.2	15.5			71.0		59
Maiz integral	10.0	4.3			73.4		372
<b>HARINAS DE MAIZ:</b>							
Completa	12.0	9.1	3.7	1.3	71.0	2.0	365
Incompleta, sin germen (blanca)	12.0	7.3	1.1	0.6	78.0	0.0	357
Incompleta, sin germen, (Amanilla)	12.0	8.3	1.2	0.5	78.0	0.7	356
Cocida		5.80	2.9		58.0		58
<b>ARROZ:</b>							
Oscura	12.0	7.5	1.7	1.1	77.7	0.6	336
Blanco	12.3	7.6	0.3	0.4	79.4	0.2	321
Blanco (hervido)	74.4	2.2	0.1	0.1	23.2	0.1	102
Hinchado	9.1	6.7	0.3	0.4	83.3	0.3	363
Escamoteo	8.3	7.7	0.5	1.3	82.0	0.7	363
Puliduras	9.3	11.6	10.1	5.0	64.0	2.2	393
<b>HARINA DE CENTENO:</b>							
Oscura	11.0	11.0	1.2	1.0	75.8	1.3	328
<b>AVENA:</b>							
Avena	14.2	7.4			68.2		396

## CAPITULO II

### DIVERSOS ALIMENTOS FABRICADOS A BASE DE CEREALES

#### a).—Generalidades sobre su fabricación.

Los alimentos fabricados a base de cereales, se destinan por lo general, como alimento para desayuno removiéndose en la mayoría de ellos durante su preparación, el germen, con el fin de evitar posteriores enranciamientos debido al aceite y grasa que contiene este último.

Algunos de estos alimentos pueden tomarse en la forma en que están empaquetados, mientras otros requieren cocimiento previo.

Los alimentos para desayuno hechos de cereales crudos, o sean aquellos que requieren cocimiento antes de servirse, incluyen productos hechos de todos los cereales comunes o mezclas de estos, presentándose en las siguientes formas:

1.—ENTERO.—En épocas pasadas se usaron los cereales en esta forma debido a que sus métodos de preparación eran pobres; siendo actualmente el arroz el único grano que se come entero. Esta forma es la menos usada debido a que el cereal entero tarda mucho tiempo para cocerse y también porque gusta la variedad.

2.—**QUEBRADO.**—En este proceso el grano entero es separado simplemente de la vaina y cortado en pequeños pedazos, como el trigo y arroz quebrados y la harina de avena escocesa.

3.—**MOLIDO.**—Algunos cereales son reducidos a polvo a partir del grano completo, conteniendo así todo el poder nutritivo original; como ejemplo se tienen: alimentos de maíz, "Wheats worth", "Molienda de Ralston y Roman", "Wheatena". Otras veces son separadas las partes exteriores del grano, perdiendo con ello parte de su valor nutritivo original, como la harina blanca de trigo.

4.—**ROLLOS.**—El grano es sometido a un cocimiento parcial y posteriormente aplanado con rodillos de presión, perdiendo con este proceso parte de su contenido vitamínico. Los granos enteros preparados en esta forma contienen todo el valor nutritivo original; la avena en rollos es un ejemplo de ellos.

En el deseo de tener una mayor variedad en los alimentos para desayuno se ha venido a dar con los cereales preparados. El concepto de cereales preparados, listos para servirse, ya como artículos del Comercio, así como su manufactura general y distribución sobre una base nacional, ocurrió de 1895 a 1905.

Esta clase de alimentos están listos para servirse, debido a que antes de empaquetarlos sufren un cocimiento preliminar que tiene un efecto definitivo sobre los productos finales, variando este de acuerdo con que el cocimiento se haga a base de calor seco o húmedo, siendo digno de atención la alteración del carácter de los hidratos de carbono. En todos los casos el almidón es vuelto más soluble por lo que hay una conversión de una porción de dextrina y dextrosa o por un simple desdoblamiento de los granos de almidón como en el caso del pan en la hornada.

A pesar de que aparentemente hay una variedad infinita de cereales empaquetados, ellos se dividen de hecho dentro de muy pocas y bien definidas clases, las cuales difieren muy poco unas de otras excepto en el nombre.

Algunos de los procesos seguidos en la fabricación de los mas comunes de estos cereales, son los siguientes:

**CEREALES INFLADOS.**—Los cereales son reducidos a una pasta harinosa la que es mezclada y amasada hasta empezar el cocimiento, entonces es forzada a través de un cortador o estampador de expulsión que lleva una navaja asociada, con la que se corta el material expulsado formando píldoras. Las píldoras son secadas hasta contener de 14 a 30% de humedad, se aplastan en forma de escamas y después se secan hasta lograr un contenido de 10 a 16% de humedad.

Las escamas permiten la igualdad de humedad en todas sus partes, siendo sopladas en un revólver "cañón de soplado" a una temperatura de 190 a 230° C. y a una presión de 15 a 20 kilogramos por cm.<sup>2</sup> Como ejemplo tenemos el arroz inflado y el maíz inflado.

**OJUELAS.**—Los cereales se someten a un cocimiento por varias horas y a 0.5 kilogramos de presión, enseguida se secan a consistencia de cera y se pasa a unos rodillos de acero, en cuyo interior circula vapor caliente y que gira a diferentes velocidades. Las láminas son secadas y tostadas. Ejemplo: El Corn Flakes que está hecho de maíz (mondado y quebrado), extracto de malta de cerveza y sal. En su fabricación la temperatura es controlada con lo cual una porción del almidón es convertido en maltosa y dextina.

**SCAMAS.**—La fabricación de este tipo de alimentos está sujeta al siguiente proceso: los cereales son reducidos a harina; ésta junto con los ingredientes accesorios (alfalfa, harina de huesos, levadura seca de cerveza, cloruro de sodio, fierro reducido, etc.) es pasada a los cocedores y de allí a los evaporadores donde se le extrae parte de la humedad; llegando a molinos especiales donde se reducen a escamas. Como ejemplo de este alimento se tiene: el Pablum, la Pavena, el Oatmeal, etc.

En general, todos estos productos durante su manufactura pierden parte de su contenido en vitaminas y minerales, por lo tanto, muchos de ellos son enriquecidos por la adición de malta, sal, azúcar, por irradiaciones, etc., aumentando así su valor alimenticio.

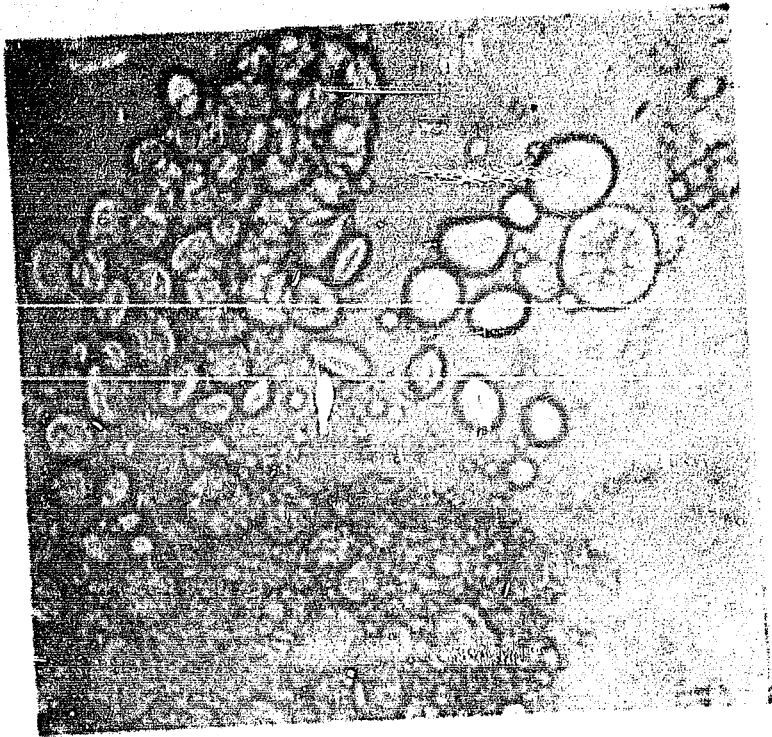
Dichos alimentos una vez ya pasados por el proceso de fabricación, son empaquetados, esterilizados, pasados a revisión por rayos X, etiquetados y controlados en el Laboratorio, estando así finalmente listos para su venta y consumo.

En las siguientes fotografías se observa el efecto de los procesos de elaboración en varios cereales.

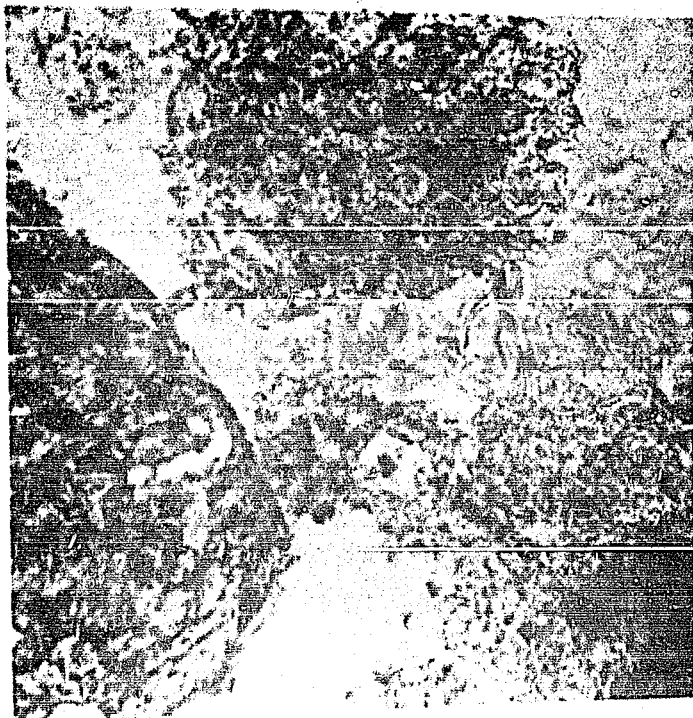




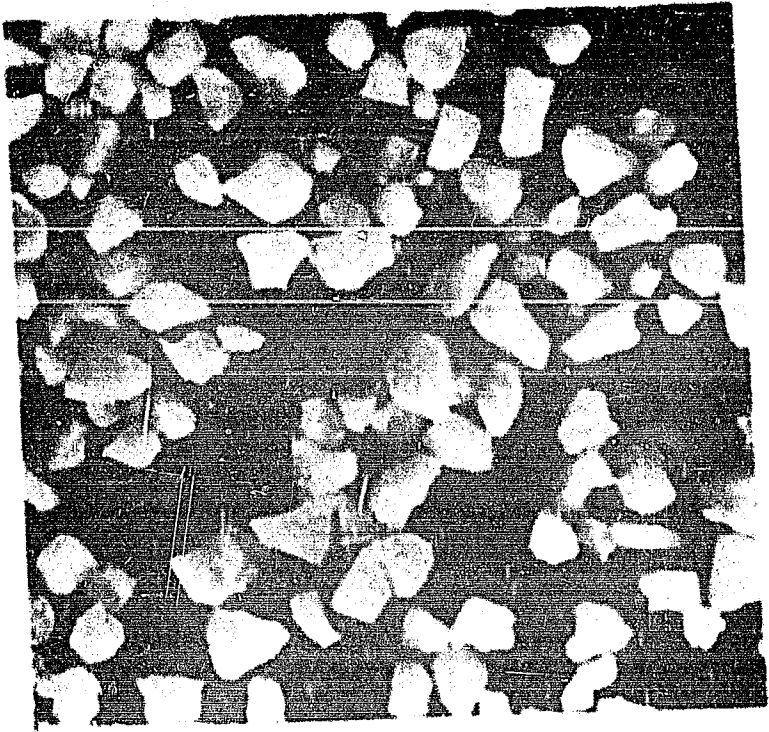
1.—ROLLOS DE AVENA.—Granos sin cocer formados en su mayor parte de almidón crudo requiriendo un largo cocimiento.



2.—TRIGO CRUDO. — Grupo de granos de almidón de trigo mostrando el cereal íntegro antes del cocimiento.



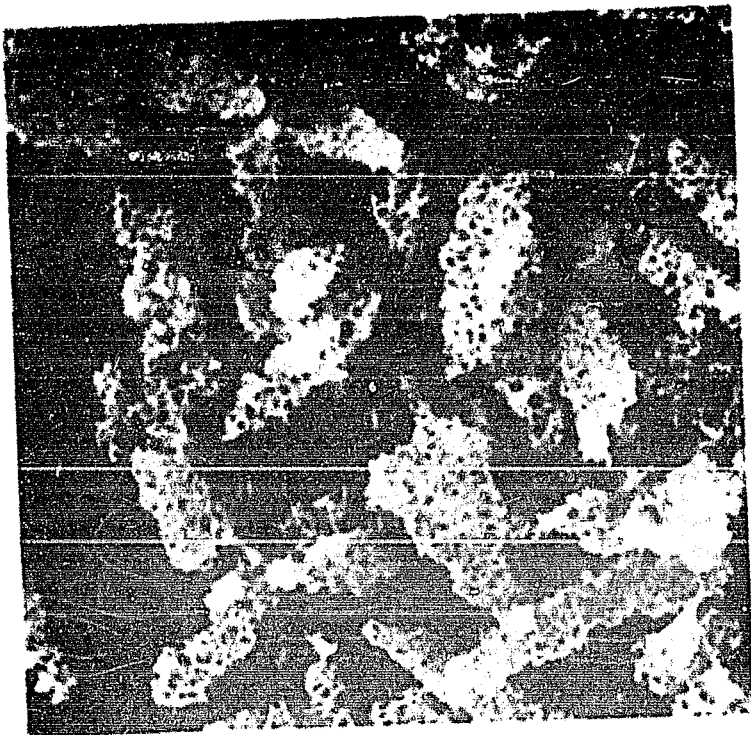
3.—CEREAL DE TRIGO INTEGRO.—Grupos de granos de trigo después de cuatro horas de doble ebullición.



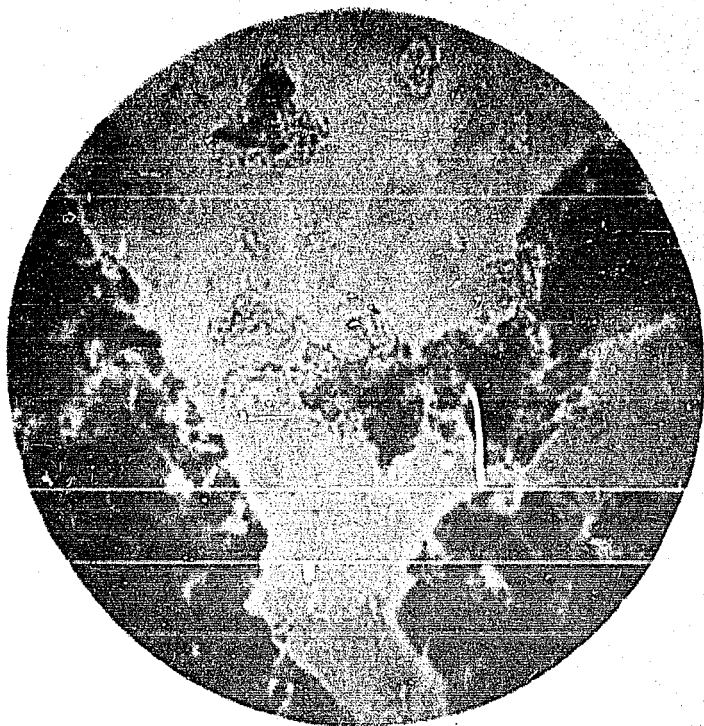
4.—FARINA. Partículas sin cocer, consistiendo principalmente de almidón crudo requiriendo largo cocimiento.



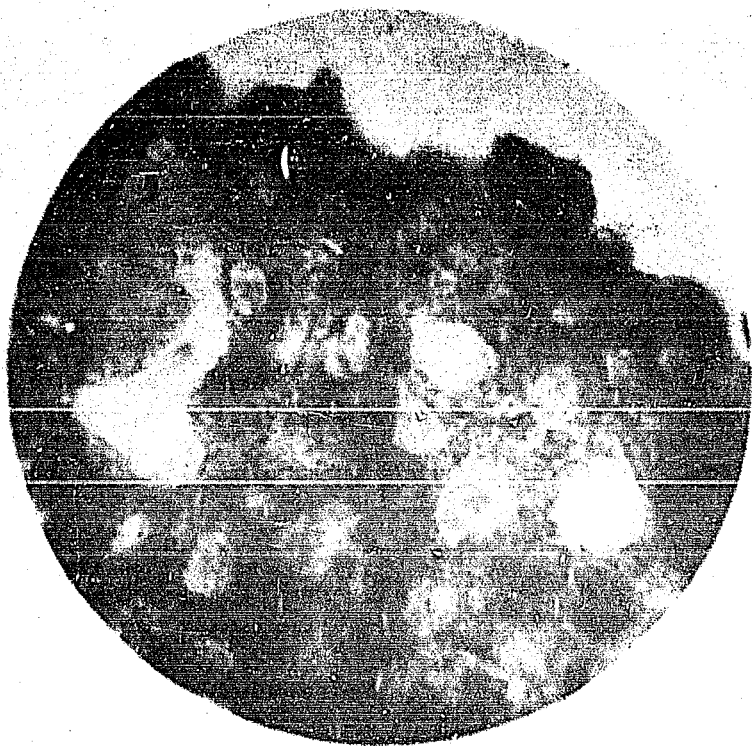
5.—FARINA.—Grupos de granos de almidón de trigo después de media hora de doble ebullición.



6.—ESCAMAS DE PABLUM. Escamas porosas perfectamente cocidas y listas para servirse al instante, ya sea en frío o en caliente.



7.—PABLUM.—Desintegración de escamas cuando es mezclado con líquidos.



8.—PABLUM.—Escama prensada mostrando la ruptura.



## b).—Composición Química

La primera operación que se realiza en un análisis consiste en la "TOMA DE LA MUESTRA", que deberá llevarse a cabo con el mayor cuidado posible, procurando tomar la muestra después de que el material ha sido perfectamente mezclado; ya que una pequeña porción de ese material nos deberá representar la composición media de la substancia en estudio.

En el presente trabajo la muestra se preparó de acuerdo con el método dado por la Association of Official Agriculture Chemist. (4)

Con la muestra así obtenida se hicieron las siguientes determinaciones:

**HUMEDAD.**—El agua está presente en todo el material alimenticio, con excepción de unas pocas grasas puras, azúcares y almidones. La cantidad puede variar entre un 2% y un 95%. Su ausencia o presencia es importante en la economía, permitiéndonos, ya que un mayor o menor grado de humedad, puede alterar sus componentes.

Además esta determinación sirve para referir los datos analíticos encontrados, a materia seca y así poder confrontar con otros productos.

Para su determinación se siguió el método recomendado en el Association of Official Agriculture Chemist. (5)

**CENIZAS.**—El peso total de las cenizas que resulten de quemar todas las substancias combustibles de un alimento, es importante en el cálculo de todos los constituyentes de dicho alimento en estudio. Añadiendo al peso de las cenizas el peso del agua, dará el peso de la parte incombustible del alimento.

Los principales componentes de las cenizas son: el calcio, fierro, fósforo y yodo. El peso total de las cenizas es el punto de partida para determinar qué elementos minerales están presentes y en qué cantidad.

En esta determinación se empleó el método oficial del Association of Official Agriculture Chemist. (6)

**GRASA CRUDA.**—(Extracto oléico).—En esta determinación, además de la verdadera grasa y los ácidos grasos, el extracto puede contener otros ácidos, ceras, materias colorantes, resinas, clorofilas, aceites fijos y otras sustancias, por lo que la cantidad de grasa es exagerada en algunas materias alimenticias bajas en grasa, tales como frutas secas y vegetales verdes, en las cuales como el 50% del extracto oléico está formado de otras sustancias y no de grasa. En casos donde la cantidad de grasa es relativamente grande, los errores ocasionados por esta causa son practicamente desechadas.

En el presente trabajo la interferencia principal consiste en grandes cantidades de carbohidratos solubles que no permiten la completa extracción de la grasa, en este caso se hará una extracción con agua antes de proceder con la determinación.

Se empleó en esta determinación el método oficial del Association of Official Agriculture Chemist (7). Así como las instrucciones dadas por el Maestro Ricardo Caturegli (10).

**PROTEINAS.**—Es la única forma de nitrógeno que el cuerpo puede usar para el propósito constructivo. El término proteínas, prevalece para un gran grupo de sustancias relacionadas estrechamente, conteniendo todas: carbón, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, pero diferenciándose ligeramente en las proporciones de estos elementos y el modo en que están combinados. Las proteínas están compuestas de pequeñas unidades conteniendo estos mismos elementos, llamados aminoácidos, siendo veintitrés los más comúnmente encontrados en los materiales alimenticios. Algunos de éstos aminoácidos como la histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalina, triptofano, trionina y valina (posiblemente también cistina), son indispensables para la construcción de la proteína del cuerpo y de aquí para el crecimiento.

Las proteínas de los cereales varían según la naturaleza del grano. La calidad y la cantidad de los proteínas de los granos depende poco de la manera como se ha efectuado la maduración de la semilla. Gran cantidad de proteínas de los cereales carecen de algún aminoácido esencial, por esto su valor biológico es bajo. La

ceína, por ejemplo, que es la principal proteína del trigo y forma parte también de la del maíz, carece de triptófano y contiene cantidades insuficientes de lisina, gliadina, y hordeína, siendo por esto necesario complementar los cereales con leche. Sin embargo hay que hacer constar, que cada clase de granos contiene además otras proteínas y que algunas de éstas tienden a suplir las deficiencias de otras. El trigo, el centeno, la cebada y la avena tienen un valor aproximadamente igual en lo referente a proteínas.

Del 8 al 12% de las calorías en los cereales se derivan de las proteínas. En una análisis de 224 dietarios americanos Sherman y Guillet encontraron que los granos proporcionan 38 % del total de las calorías y 37% de las proteínas. En una serie de estudios hechos en la Universidad de Maine los granos proveen 40% del valor energético y 25% provienen de las proteínas.

De acuerdo con el método oficial de Kjeldahl — Gunning— Arnold— (8) se determinó el nitrógeno contenido en la muestra que multiplicado por 6.25 nos dá la cantidad de proteínas.

**FIBRA CRUDA.**—Se conoce comunmente con el nombre de "celulosa bruta"; es un polisacárido de peso molecular desconocido y el principal constituyente de la pared de la celdilla vegetal. Los reactivos no la atacan, por lo que tratando el producto por analizar, con ácidos y álcalis de determinada concentración, obtenemos una parte insoluble: "la celulosa".

La celulosa de los depósitos exteriores de la semilla, tienen algún valor como estimulante del peristaltismo, aunque al efecto laxante del salvado no se debe solamente a la celulosa, sino también al aceite del grano y a otras sustancias laxativas todavía desconocidas.

La determinación fué hecha de acuerdo con el método oficial del Association of Official Agriculture Chemist. (9)

**HIDRATOS DE CARBONO.**—Los principales hidratos de carbono que entran a formar parte de los productos estudiados son: el almidón, el azúcar, la dextrina y las pentosanas, predominando el almidón.

Los hidratos de carbono sirven al cuerpo como combustible y por lo tanto son fuentes de energía y calor.

El contenido en hidratos de carbono en todos los granos es prácticamente el mismo. Comúnmente son determinados por diferencia, y en el presente trabajo así se determinaron, esto es, por sustracción de la suma del porcentaje de proteínas, grasa, fibra cruda, cenizas y agua, de un ciento. Aquí, una vez más, los resultados son aproximados debido a que los errores cometidos en las otras determinaciones, son cargados nuevamente a los hidratos de carbono, y también porque en ellos pueden ser incluidas sustancias que no son aprovechables como alimento, tales como las gomas fijas.

**ELEMENTOS MINERALES.**—Las funciones de los elementos minerales son tantas y tan variadas, que es difícil describirlas brevemente. Dan a las células su poder de absorber materiales nutritivos de la sangre y utilizarlas para sus propias necesidades. Mantienen la neutralidad de la sangre y su capacidad de acarrear oxígeno. Controlan la acidez y la alcalinidad de las secreciones digestivas, la presión osmótica que facilita la absorción de las materias digeridas, el poder disolvente de los cuerpos fluidos, la elasticidad y la irritabilidad de los nervios y los músculos. También forman combinaciones que protegen al cuerpo contra las sustancias dañinas y ayudan a su eliminación.

Ha sido largamente reconocida la muy grande importancia del calcio, fósforo y hierro, como factores reguladores de la nutrición. Recientemente se ha descubierto que elementos tales como el yodo, cobre y magnesio, pueden tener un efecto profundo en el proceso de la nutrición, aún cuando se necesiten en más pequeñas cantidades que los tres primeros mencionados. No es del todo improbable que descubrimientos posteriores revelen funciones de otros elementos no apreciados por ahora.

En los granos, los minerales se encuentran principalmente en el salvado y en el germen. Cereales de granos enteros especialmente la avena, son una fuente favorable de calcio y fósforo pero estos elementos son reducidos con la molienda.

En el presente trabajo únicamente fueron determinados el calcio y el fósforo, para ello se emplearon los métodos que para dichos elementos emplea la Hall Laboratories y cuyos fundamentos se describen a continuación:

**CALCIO.**—Método de Schwarzenbach.—El calcio se calcula volumétricamente, titulando la solución problema con una solución hecha con sal disódica del ácido etilendiaminotetracético a la que se le agrega una solución N/2 de Hidróxido de Sodio, ajustándola en tal forma que 1 c. c. de solución, equivalga a 20 partes por un millón de carbonato de calcio en una muestra de 50 c.c. Como indicador se utiliza una solución de Carbonato de Sodio y Negro de Cromo T, utilizando como disolvente el Mentol.

El vire es de rojo bugambilia a morado, debido a la formación de un complejo de fórmula desconocida.

Este método falla si no se ajusta el pH., lo cual se hace con una solución Buffer de Cloruro de Amonio disuelta en Hidróxido de Amonio y agua.

Interfieren este método el cobre y el manganeso, los cuales se inhiben tratando la solución problema, con una solución de Hidróxido de Sodio y Sulfuro de Sodio en agua.

Soporta grandes cantidades de Cloruros, y Níquel cuando está presente en poca proporción.

La lectura multiplicada por 20 da directamente calcio en miligramos por litro.

**FOSFORO.**—La determinación se hace colorimétricamente, por lo cual solamente se puede utilizar cuando la solución problema es incolora. Si se encuentra turbia, se trata primero con una mezcla de persulfato de sodio anhidro.

En este método se utilizan los siguientes reactivos:

a).—Solución de Molidato de Amorio al 6%, acidulada fuertemente con ácido sulfúrico, con objeto de evitar la precipitación de otros metales existentes en la solución problema.

b).—Se mezcla Fosfito de Sodio y ácido 1-amino-2-naftol-4-sulfónico y se agregan a un recipiente que contiene Metasulfito de Sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) 1.25 gramos de la mezcla se disuelven en 60 c.c. de agua. Esta solución en presencia del fósforo desarrolla una coloración azul.

A 5 c.c. de la solución problema se le agregan 10 c.c. de la solución (a) y después de 2 minutos 5 c.c. de la solución (b), se deja desarrollar la coloración durante cinco minutos en la oscuridad. Es necesario agitar un poco cada vez que se adiciona reactivo.

Una vez tratada la muestra en la forma descrita, se compara en un colorímetro Standard de la casa Hellige correspondiendo la lectura a miligramos por litro.

COMPOSICION QUIMICA DE LOS DIVERSOS ALIMENTOS PREPARADOS A BASE DE CEREALES. —RESULTADOS EXPRESADOS EN % — (a)

No. de muestra	Humedad	Proteínas	Grasa	Cenizas	Hidratos de C. (b)	Fibra	Calcio	Fósforo	Valor energético en Cal.
1	9.73	12.12	2.45	6.84	57.96	10.9	0.24	0.25	302
2	8.88	13.80	8.02	1.80	65.92	1.58	0.12	0.39	391
3	9.08	12.38	12.59	1.33	62.96	1.66	0.29	0.41	415
4	9.42	15.90	11.05	1.28	55.06	7.29	2.73	0.25	383
5	8.93	13.79	0.63	3.78	71.32	1.55	0.05	0.57	346
6	9.52	13.28	2.08	3.68	70.07	1.37	0.05	0.93	352
7	8.83	11.86	0.40	4.47	73.88	0.56	0.36	3.24	347
8	5.61	11.32	0.58	4.18	77.74	0.57	0.54	2.72	361
9	9.51	13.80	1.60	4.48	69.09	1.52	0.65	0.45	346
10	9.51	13.91	1.20	3.56	69.79	4.03	0.48	0.60	338
11	10.63	15.16	1.42	3.45	67.50	1.84	0.90	0.32	343
12	8.11	15.70	1.45	0.37	74.10	0.27	0.15	0.31	372
13	7.81	14.73	2.02	1.84	71.94	1.66	4.98	0.90	365
14	8.76	11.56	0.25	1.91	87.03	0.49	1.85	3.07	397
15	8.69	12.07	0.64	1.54	74.68	2.38	0.12	0.39	353

(a).—Los resultados indicados en la presente TABLA, son los promedios del análisis de tres muestras compradas en el Mercado Nacional.

(b).—Por diferencia.

### c).—Valor Energético

El cuerpo humano es una máquina trabajando para la cual el combustible es el alimento. Es una agregación de células vivientes en las cuales están ocurriendo constantemente cambios químicos, siendo arrojado el material viejo para ser reemplazado por nuevo, que es obtenido por medio de alimentos. No puede, sin embargo, efectuar estas funciones sin el balance apropiado de los elementos químicos en sus tejidos y flúidos.

Las sustancias alimenticias deben cubrir dos necesidades:

a).—Una meramente plástica o de restauración, que sirve para la reintegración material y que es mayor durante el periodo de crecimiento extendiéndose sobre los primeros veinte años de vida, en los que el cuerpo aumenta de 15 a 20 veces; en el adulto el crecimiento se suspende excepto en casos especiales en los cuales se induce a la formación de músculo. b).—Como fuente de energía, principios diaminógenos, por lo que los alimentos deben estar dotados de un potencial energético conocido como "energía química".

La energía de cualquier cuerpo es su capacidad de producir trabajo.

El cuerpo humano transforma la energía del alimento en trabajo y calor.

Ya que la energía es fácilmente transformada en calor, éste es medido siendo la unidad de calor la "Caloría". Caloría es la cantidad de calor requerida para elevar un kilogramo de agua un grado centígrado. Expresada en términos de trabajo, una caloría equivale a 4.182 joules o a 0.427 kilogrametros.

El valor total de energía de cada uno de los tipos de combustible de material alimenticio, ha sido determinado calorimétricamente, quemando muestras de cada uno, en calorímetros con atmósfera de oxígeno puro; bajo tales condiciones todo el calor desarrollado es extraído por agua que envuelve a la vasija donde ocurre la combustión, y el incremento en la temperatura del agua, es medi-



do con un termómetro muy sensible. También se puede determinar, calculando la cantidad de oxígeno consumido en el proceso.

El valor nutritivo de los alimentos depende de su composición química. A través de los alimentos pueden ser suministrados todos los elementos que forman parte de la estructura del cuerpo viviente, el cual necesita energía para sus actividades, de este modo regula los procesos vitales. El cuerpo puede utilizar a estos elementos sólo en determinadas formas; el nitrógeno debe estar formando parte de una sustancia química compleja con carbono, hidrógeno y oxígeno, a través de la intervención de las plantas (o animales alimentados de plantas), igualmente pasa cuando se trata del carbono, el cual es tomado del aire por las plantas, y combinado con el hidrógeno y el oxígeno, formándose así sustancias adecuadas para la asimilación de las células del cuerpo.

En los alimentos, las sustancias nutritivas se agrupan en seis clases (11), de acuerdo con los elementos químicos que los caracterizan o son indispensables para su estructura y son los siguientes:

1.—**Proteínas.**—Compuestos siempre formados de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno y muy frecuentemente conteniendo también uno o más de los siguientes: sodio, potasio y fierro.

2.—**Grasas.**—Compuestos formados de carbono, hidrógeno y oxígeno.

3.—**Hidratos de Carbono.**—Compuestos formados de carbono, hidrógeno y oxígeno.

4.—**Constituyentes de las cenizas.**—Un grupo térmico de elementos minerales, los cuales existen parte como sales minerales y parte en combinación con proteínas, grasas, hidratos de carbono u otros compuestos orgánicos.

A la cabeza de los elementos minerales están: calcio, fósforo, potasio, azufre, sodio, cloro, magnesio, fierro, yodo, cobre, flúor, silicio y manganeso.

5.—**Vitaminas.**—Un grupo térmico de sustancias, las cuales no tienen similitud en su constitución química pero tienen ac-

ción sobre las hormonas, afectando profundamente los procesos del cuerpo y especialmente en el desarrollo y mantenimiento de la salud en todas las edades. Aquellas vitaminas conocidas como esenciales para la nutrición humana son: A, B, C, D, G, y H.

Los cereales son muy semejantes en lo referente a su valor nutritivo, lo mismo que sus productos cuando se comparan derivados de su misma especie.

Las diferencias que existen dependen principalmente de las estructuras de las proteínas y de la manera como se prepara el grano. Como ya se dijo, el valor alimenticio de 28.5 gramos (una onza) de grano molido, se aproxima a 100 calorías.

Raciones de cereales listos para comer que proporcionan 100 calorías (12), (13) y (14).

Corn Flakes:	1 1/4 de taza.
Commical mush:	2/3 de taza.
Farina cocida:	3/4 de taza.
Grapenuts:	3 cucharadas.
Homminy grits (cocido):	4/5 de taza.
Oatmeal (cocido):	1 taza.
Popcorn:	1 y 1/2 taza.
Maíz inflado:	1 y 1/4 de taza.
Arroz inflado:	1 y 1/3 de taza.
Trigo inflado:	1 y 2/3 de taza.
Arroz (al vapor):	3/4 de taza.
Wheat flakes (cocido):	2/3 de taza.
Shredded wheat:	1 biscuit.
Bran flakes:	3/4 de taza.
Trigo (lavado) como alimento para desayuno:	28.5 gr.

## CAPITULO III

### CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se llegaron en el presente trabajo, pueden dividirse en dos grupos: 1.—De orden dietético y 2.—De orden económico.

En el primer grupo se pueden considerar las siguientes:

a).—Todos los cereales, son alimentos incompletos, necesitando por lo tanto de una complementación que, en la mayoría de los casos, está constituida por leche o crema, aumentando así la ración de fósforo principalmente.

b).—Las propiedades del salvado, son una buena razón para dar preferencia a los productos de grano entero.

c).—Una orden de cereal entero provee cerca de 1/10 de las necesidades diarias de este cereal.

d).—Los productos que no requieren cocimiento, es decir, aquellos que están listos para servirse, son apropiados para las épocas de calor y son especialmente apetecibles cuando son servidos con variedad de frutas frescas, azúcar y crema.

e).—Comparando los resultados de los análisis practicados con los datos reportados en las etiquetas, se concluye que:

1).—La humedad de los alimentos es mayor que la reportada, sucediendo lo mismo con los datos de la fibra.

2).—La mayoría de los alimentos tienen en realidad menor valor energético que el reportado en sus etiquetas.

En el segundo grupo se catalogan las siguientes:

a).—El valor nutritivo, el volumen y el costo de los cereales preparados son muy variados, no existiendo relación entre ellos.

b).—En los cereales preparados se paga aproximadamente las 3/4 partes de su precio, por su método de preparación y 1/4 parte por el alimento.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.—McLester, James.—Nutrición y Dieta en Estado Normal y Patológico.—1a. Edición Española traducida de la 3a. Edición Inglesa.—1942.
- 2.—McLester, James.—Nutrición y Dieta en Estado Normal y Patológico.—1a. Edición Española traducida de la 3a. Edición Inglesa.—1942.
- 3.—Sherman, Henry Clapp.—Chemistry of Food and Nutrition.—6a. edición.
- 4.—Official and Tentative Methods of Analysis of the Association of Official Agriculture Chemist.—A.O.A.C.—6a. edición.—1945. (20.70), pág. 259.
- 5.—A.O.A.C.—6a. edición.—1945.—(20.2) pág. 237.
- 6.—A.O.A.C.—6a. edición.—1945.—(20.5) pág. 238.
- 7.—A.O.A.C.—6a. edición.—1945.—(27.25) pág. 408.
- 8.—A.O.A.C.—6a. edición.—1945.—(2.26) pág. 27.
- 9.—A.O.A.C.—6a. edición.—1945.—(27.30) pág. 409.
- 10.—Caturegli, Ricardo.—Notas tomadas en el Curso de Análisis Bromatológicos.—1946.
- 11.—Rose, Mary Swartz.—A Laboratory Handbook for Dietetics.—4a. edición.
- 12.—Harris J. y Lacey E.—Everyday Foods.—Nueva edición.
- 13.—Silver, Fern.—Foods and Nutrition.
- 14.—Sherman, Henry Clapps.—Food and Health.—Nueva edición 1947.
- 15.—Jacobs, Morris B.—The Chemistry and Technology of Food and Food Products.—1944.
- 16.—Sherman, Henry Clapp.—Their Values and Menagement.—1946.
- 17.—Leach, Albert E.—Food Inspection and Analysis.—Revisado y aumentado por Winton, Andrew L.—4a. edición.
- 18.—Food Industries.—Junio de 1943.

- 19.—Food Industries.—Marzo de 1946.
- 20.—Axtmayer, Joseph y Cook, Donald.—Manual de Bromatología.—1942.
- 21.—Rose's Fundation of Nutrition.—Revisada por McLead y Taylor. 4a. edición.—1944.
- 22.—Skilton, Louisa (Pryor).—Better Nutrition for the Family.—1946.
- 23.—Sherman, Henry Clapp.—Food Products.—1a. edición.—1948.
- 24.—Flores Ordóñez, Adela Elsa.—Estudio de los Subproductos del Pulido del arroz.—Tesis Q.F.B.—1945.
- 25.—Noriega, Juan Manuel.—Compendio de la Historia de las Drogas.—2a. edición.—Revisada y aumentada.—1941.
- 26.—Boletines de Mead Johnson y Co.—1948.