

IMPORTANCIA

En nuestro país es poca la información que está reportada en la cual se muestre el valor nutritivo de los alimentos industrializados que consumimos, aún faltan muchos de ellos por incluirse; debido a la amplia diversidad con que contamos, además del acelerado desarrollo de nuevos productos.

El Instituto Nacional de la Nutrición es una de las instituciones a nivel nacional que se ha dado a la tarea de recopilar este tipo de información.

Uno de los factores que contribuyen a la buena salud de las personas, es su estado de nutrición y esto depende básicamente de la calidad y cantidad de alimentos que ingiere diariamente.

Considerando lo anterior y tomando en cuenta el aumento en el consumo de cereales, en el presente estudio se ahondará la evaluación de la calidad nutrimental de diferentes marcas comerciales de granola haciendo énfasis en la evaluación de la calidad de los macronutrientes como lo es la digestibilidad de proteínas, la cuantificación del almidón resistente (carbohidratos complejos) y cuantificación de la cantidad de grasa saturada.

Desde el punto de vista alimentario, el establecimiento de la composición global de un alimento constituye una etapa preliminar, seguida obligatoriamente de la obtención de un conjunto de datos que miden la eficiencia nutrimental de sus diversos componentes. Para alcanzar este objetivo se dispone de varias técnicas medidas en el animal (*in vivo*), medidas enzimáticas *in vitro*, técnicas microbiológicas o incluso métodos fisicoquímicos especiales, desarrollados para proporcionar resultados con significación nutrimental.

Paralelamente un conjunto de medidas proporciona la información sobre la <<calidad>> o <<frescura >> del alimento. Estas técnicas analíticas detectan los posibles indicadores de una degradación bioquímica o enzimática en el alimento como productos de oxidación de la materia grasa, derivados de azúcares, etc.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha incrementado el uso de cereales o productos de cereales debido a los programas de educación que en muchos países se han establecido, basados en una gran cantidad de estudios que demuestran los beneficios que estos productos tienen para la salud por ejemplo en la prevención de enfermedades cardiovasculares y cáncer entre otras (39).

El Instituto Nacional de la Nutrición en coordinación con la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud recomienda el consumo de cereales y leguminosas en cantidad suficiente, ya que este grupo de alimentos provee cantidades importantes de proteínas, carbohidratos, vitaminas, grasas, fibra y minerales, especialmente los granos enteros o los productos elaborados con estos. Constituyen la principal fuente de energía para la mayor parte de la población mundial (25, 31).

El primer cereal para el desayuno listo para consumo fue desarrollado por J.C. Jakson en 1863 y fue denominado Granula. Un producto similar fue posteriormente desarrollado por el Doctor John Harvey Kellogg en 1894 (25).

Los cereales para el desayuno se elaboran con una gran variedad de productos como lo son trigo, arroz, maíz, avena y con menor frecuencia cebada y

amaranto; además de contener ingredientes tales como azúcar en sus diferentes formas o mieles, melazas, sal, nueces, pasas y otras frutas secas, saborizantes y algunas veces conservadores. Además pueden ser enriquecidas con vitaminas y minerales (20).

Este tipo de cereales se agrupan en ocho categorías generales por sus procesos de manufactura: 1) cereales en hojuela; 2) granos enteros inflados; 3) cereales extruidos inflados; 4) granos enteros en tiras; 5) cereales extruidos en tiras; 6) cereales inflados en homos; 7) cereales granola; 8) cereales extruidos expandidos (20, 29).

Los elementos nutritivos de los alimentos que deben ser proporcionados por la dieta a fin de crear y mantener óptimas condiciones de salud pertenecen a los grupos generales de carbohidratos, proteínas, grasas, vitaminas y minerales (35).

Mientras que las grasas son la fuente más concentrada de calorías en los alimentos, los carbohidratos son la fuente más barata y las proteínas la más cara (35).

Generalmente se concurre en que, independientemente de las otras demandas nutrimentales del cuerpo, y exceptuando a los niños muy chicos y a los ancianos, la asimilación cotidiana de menos de 2000 calorías representa una grave insuficiencia dietética. Uno de los tristes contrastes de nuestro tiempo es

que, mientras dos tercios de la población del mundo padecen hambre, en algunos países, la obesidad debida a un exceso de calorías es la primera enfermedad de la Nutrición (35).

En investigaciones previas al presente estudio se determinó por un lado, la composición química proximal de 10 marcas de granola que se expenden en la Ciudad de Monterrey encontrándose los siguientes resultados: humedad 3.70-6.98%, ceniza 1.18-2.58%, extracto etéreo 9.10-18.4%, proteínas 7.93-12.91%, fibra cruda 0.89-2.36%, carbohidratos 61.86-77.64% y fibra dietética 5.94-10.96% , enfocándose principalmente en el citado proyecto la calidad y biodisponibilidad de los minerales (22).

Por otro lado, en el XXV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos en el año de 1994 se reporta la composición química de granola que se expende en la Cd. de Monterrey, N.L., México mostrando los siguientes resultados: Humedad de 5.3 a 5.8%, cenizas 1.5%, grasa 5.12 a 5.8%, fibra 8-9% y proteína de 9 a 10% (42).

Por lo que el presente estudio pretende evaluar la calidad de los macronutrientes: proteína, grasa y carbohidratos presentes en ocho diferentes marcas de granola que se comercializan en el Área Metropolitana de la Ciudad de Monterrey, N.L., México.

ANTECEDENTES

Desde sus inicios, la humanidad ha sustentado una lucha continua contra el hambre, que es y seguirá siendo uno de sus principales enemigos.

El fuego y el humo, el aceite y el vinagre, la fermentación, la sal, la cera y la miel eran utilizados por los pueblos en la antigüedad para la preparación y conservación de sus alimentos, y su uso fue transmitido de generación en generación hasta llegar hasta nuestros días (8).

A lo largo de la historia el hombre ha seleccionado los alimentos que ingiere encontrándose una evolución es este consumo. En los últimos años, se ha incrementado el uso de cereales o productos de cereales debido a los programas de educación que en muchos países se han establecido, basados en una gran cantidad de estudios que demuestran los beneficios que estos productos tienen para la salud por ejemplo en la prevención de enfermedades cardiovasculares y cáncer entre otras (39, 49).

El Instituto Nacional de la Nutrición en coordinación con la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud recomienda el consumo de cereales y leguminosas en cantidad suficiente, mientras que en los Estados Unidos de Norteamérica se recomienda el consumo de 6 a 11 raciones

por día de los alimentos del grupo antes mencionado ya que este grupo de alimentos provee cantidades importantes de proteínas, vitaminas, grasas, fibra, minerales, etc., especialmente los granos enteros o los productos elaborados con estos (25, 26).

El primer cereal para el desayuno (listo para consumo) fue desarrollado por J.C. Jakson en 1863 y fue denominado Granula. Un producto similar fue posteriormente desarrollado por el Doctor John Harvey Kellogg en 1894. (25).

Los cereales para el desayuno se elaboran con una gran variedad de productos como lo son trigo, arroz, maíz, avena y con menor frecuencia cebada, amaranto; además de contener ingredientes tales como azúcar en sus diferentes formas o mieles, melazas, sal, nueces, pasas y otras frutas secas, saborizantes y algunas veces conservadores. Además pueden ser enriquecidas con vitaminas y minerales (20).

Este tipo de cereales se agrupan en ocho categorías generales por sus procesos de manufactura: 1) cereales en hojuela; 2) granos enteros inflados; 3) cereales extruidos inflados; 4) granos enteros en tiras; 5) cereales extruidos en tiras; 6) cereales inflados en homos; 7) cereales granola; 8) cereales extruidos expandidos (20, 29).

La granola contiene principalmente avena, y algunas veces trigo, arroz.

maíz, amaranto, ajonjolí, azúcar, miel, coco, pasas, nueces, aceite y agua. Para la elaboración de la granola se mezcla la avena con los otros materiales secos (coco, nueces, etc.). Por otra parte con el agua, aceite y otros líquidos como los saborizantes se forma una suspensión que se mezcla con los demás ingredientes y se dispersa homogéneamente siendo secado en hornos en rangos de 149-218 °C (hasta obtener un tostado uniforme y una humedad de cerca del 3%) (20).

Nuestro interés por el alimento es básico para nuestra existencia. El alimento es una necesidad absoluta, la fuente de energía. El alimento debe contener los bloques de construcción que necesitamos para crecer y reparar los tejidos. Debe tener los nutrimentos que son necesarios para regular nuestros sistemas corporales (17).

El hambre es uno de los móviles más fuertes del hombre y no es necesario contar con una alarma que nos recuerde que debemos comer. Existe una señal fisiológica. La sangre casi siempre contiene aproximadamente un décimo por ciento de azúcar y la extrae del cuerpo para mantener este nivel de azúcar. Una gran parte del azúcar que se obtiene de un alimento se almacena en el hígado y se libera lentamente según se requiera. Cuando el azúcar en la sangre disminuye, empezamos a sentirnos pesados y las contracciones musculares de un estómago vacío nos indican que debemos comer. Podemos tomar azúcar para aumentar

temporalmente el nivel del mismo en la sangre, pero el estómago debe, por lo menos, estar parcialmente lleno y recubierto, aunque sea ligeramente, con grasa, para soportar el hambre (17).

Nuestro proceso vital puede visualizarse como un constante uso de energía y un continuo intercambio de materiales. Aunque ocasionalmente nuestros propios tejidos pueden suministrar algunos nutrimentos para enfrentarse a una escasez temporal, esto no puede ser por un tiempo prolongado. Necesitamos alimento y debe existir un balance entre los alimentos que consumimos y nuestras necesidades de nutrimentos para que podamos lograr una sensación de bienestar (17).

La idea de que los alimentos varían en términos de estructura molecular fue desarrollada en 1834, cuando se encontró que el nutrimento universal del hombre llamado "alimento" contiene tres grupos principales moleculares o componentes: los carbohidratos, las proteínas y las grasas (16).

Los elementos nutritivos de los alimentos, que deben ser proporcionados por la dieta a fin de crear y mantener óptimas condiciones de salud, pertenecen a los grupos generales de carbohidratos, proteínas, grasas, vitaminas y minerales. El agua, aunque no se clasifique generalmente como un elemento nutritivo, no debe ser pasada por alto, ya que su carencia causaría un paro en el funcionamiento de la maquinaria del cuerpo, más rápidamente que la carencia de

cualquier otro elemento (35).

El cuerpo del hombre está formado por los elementos nutritivos que come, hasta cierto punto redistribuidos, pero aún en gran parte reconocibles. Además del material de construcción y mantenimiento del cuerpo, también la energía requerida para todas sus funciones viene del alimento consumido (35) .

Mientras que las grasas son la fuente más concentrada de calorías en los alimentos, los carbohidratos son la fuente más barata y las proteínas la más cara. Generalmente se concurre en que, independientemente de las otras demandas nutrimentales del cuerpo, y exceptuando a los niños muy chicos y a los ancianos, la asimilación cotidiana de menos de 2000 calorías representa una grave insuficiencia dietética. Uno de los tristes contrastes de nuestro tiempo es que, mientras dos tercios de la población del mundo padecen hambre, en algunos países, la obesidad debida a un exceso de calorías es la primera enfermedad de la Nutrición (35).

En la actualidad la mayoría de las personas saben que las plantas y los animales como grupos generales, contienen azúcares, proteínas, grasas, vitaminas, minerales y agua. Al consumir éstos como alimento, los almidones y los azúcares, o bien se queman, se almacenan en forma de grasa o se guardan como glucógeno. Las proteínas se rompen en aminoácidos que se emplean para construir y reparar los tejidos del cuerpo, se queman para obtener energía, se

transforman en azúcares o contribuyen a la producción de grasa. En la digestión, la grasa se rompe, pasa al cuerpo, se recombina con grasa, se transforma en productos químicos importantes para el cuerpo y se quema para obtener energía, o se almacena como grasa en los tejidos. Todas estas sustancias (azúcares, proteínas y grasas) pueden obtenerse de muy diversas fuentes de alimentos para servir como combustible para nuestro cuerpo (17).

La cantidad de alimento que necesitamos depende del individuo y de su actividad. En general, las cantidades de alimentos que debemos consumir son variables, pero no el tipo de nutrimentos que se requieren bajo circunstancias comunes. Una mayor necesidad de alimento debe cubrirse con un aumento proporcional en todos los factores y nutrimentos (17).

Una dieta ordinaria puede estar compuesta por varios alimentos que contienen muchos carbohidratos, proteínas y grasas. Nuestro cuerpo es capaz de utilizar como combustibles carbohidratos, proteínas y grasas procedentes de cualquier fuente de alimento adecuada. Por lo tanto, nuestro cuerpo no está restringido al uso de un solo alimento. El trabajo de todas las partes de nuestro cuerpo está apoyado por el potencial completo de todos los alimentos que consumimos. Los azúcares, las proteínas y las grasas se encuentran tan íntimamente relacionadas en este servicio que se les agrupa en un solo término y se le conoce como "comida". Está claro que debe haber un equilibrio entre el alimento que se necesita y el que se consume (17).

LOS CEREALES

Los cereales son entidades bioquímicas complejas, cuya composición y propiedades varían de año en año, de localidad en localidad y de una variedad a otra .

Las estructuras vegetales superiores más importantes que se utilizan como alimento son las frutas secas y las semillas. Estas incluirán a todos los cereales y granos pequeños, a las leguminosas y a las nueces. Por ser secas se almacenan con facilidad y no son difíciles de transportar (16).

Los cereales son las semillas secas de los miembros de la familia de las gramíneas que se cultivan para obtener sus granos y son las plantas que mayor importancia tienen en la alimentación humana. Los cereales constituyen una de las fuentes principales de carbohidratos, aunque también contienen proteínas, grasas, algunas vitaminas y minerales (16).

Constituyen la principal fuente de energía para la mayor parte de la población mundial. Muchas personas deducen de este hecho que los cereales en si engordan y de esta manera intentan omitir o restringir este tipo de alimento en la dieta. Con esta omisión se pierden muchos beneficios de otros nutrimentos que proporciona el grano entero o los productos enriquecidos. Los cereales contribuyen, en forma importante, a la mayoría de las necesidades nutrimentales,

excepto la vitamina A, el ácido ascórbico y el calcio. Los cereales, una de las principales fuentes de energía (calorías), en general tienen un contenido aproximado de proteínas del 10%, siendo su principal constituyente el almidón (17).

El contenido proteico en los cereales es importante por dos motivos: en primer lugar, la proteína es un nutrimento valioso en nuestra dieta, por lo que el tipo y cantidad de proteína es importante desde el punto de vista de la nutrición; en segundo lugar, la cantidad y tipo de proteína es importante desde el punto de vista funcional (23).

AVENA

Los descubrimientos arqueológicos han demostrado que la avena se conocía desde muchos años antes de Cristo; sin embargo, poco se sabe sobre su uso como alimento cosechado. La aplicación de este producto se desarrolló en Escocia, Alemania y Rusia. Sin embargo, su uso en la alimentación parece ser muy posterior al trigo, centeno y cebada (17).

Las variedades más importantes de avena se dividen en avena roja (*Avena byzantina*) y avena blanca (*Avena sativa*). En general la avena roja tiene un contenido de proteínas inferior y mayor proporción de grasa que la avena blanca, aunque las diferencias entre los subgrupos pueden ser superiores a las diferencias

entre las clases (17).

La mayor parte de la producción de avena se destina para ser utilizada como forraje, sólo una pequeña porción es utilizada en la alimentación animal. El proceso de la avena requiere un proceso de seis pasos, para finalmente obtener las hojuelas, que según los distintos procedimientos se pueden obtener diferentes calidades de hojuelas (17).

La avena es rica en grasa y proteína, se prepara mediante una limpieza secado y almacenamiento antes de la eliminación de la cascarilla en la molienda y es parcialmente cocida y rolada para producir avena rolada (23) .

El contenido de proteínas de la avena limpia puede variar del 13 al 22%, dependiendo de la variedad, el cultivo y las prácticas de fertilización que se utilicen, así como de las condiciones climáticas durante el año de la cosecha. En todo caso la avena contiene la mayor proporción de proteínas que cualquiera de los otros cereales, además de ser las de mejor calidad. Los aminoácidos limitantes para el crecimiento o la deficiencia del alimento son: lisina, metionina y treonina (17).

La avena es única entre los cereales porque el equilibrio de sus aminoácidos es muy bueno desde el punto de vista de la nutrición. Se puede comparar favorablemente con la proteína estándar establecida por la Organización

de Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas (23).

El contenido de lípidos es una característica de la variedad y no se ve afectado por las condiciones climáticas o las prácticas agrícolas. El extracto etéreo que se obtienen de los granos de avena que no han sido tratados presenta un color verde turbio, mientras que el extracto de la avena seca y vaporizada es bastante transparente y de color amarillo (17).

El contenido lipídico de la avena es, por regla general, superior a los contenidos de los otros cereales, pero también varía ampliamente. Se han publicado valores tan bajos como 3% y tan elevados como 12%. La mayoría de las líneas tienen de 5-9% de lípidos. La avena es única también porque la mayor parte de los lípidos de la sémola están en el endospermo, en lugar de en el germen y salvado (23).

Se ha encontrado que en el contenido de lípidos de la avena predomina el ácido linoleico, el cual constituye del 40 al 45% de los ácidos grasos totales, seguido por el oleico del 25 al 30% y del palmítico, del 15 al 18%, siendo los restantes el esteárico, linolénico y láurico (17).

LEGUMINOSAS

Las leguminosas siguen a los cereales en importancia como fuentes de

alimento para el ser humano. Las leguminosas son la "carne" vegetal del mundo y se asemejan en valor proteico a la carne de los animales. El cacahuete también es una leguminosa y constituye una buena fuente de proteínas y de aceite (16, 17).

Las leguminosas para grano ocupan un lugar importante en la agricultura mundial debido a que forman el complemento de los cereales en la alimentación humana y en la del ganado.

El consumo humano del grano de leguminosas descendió en la segunda mitad de nuestro siglo, en gran parte debido al aumento del consumo de carne; sin embargo, en los últimos años ha vuelto a experimentar un auge, debido al consumo cada vez mayor de que es objeto el grano de estas plantas como hortalizas frescas y de conserva.

Toda esta familia de plantas destacan por su alto contenido de proteínas, casi siempre el doble que los cereales tradicionales (trigo, cebada, avena, etc.). Además contienen un fármaco llamado lecitina, que interviene decisivamente en el metabolismo de las grasas y está presente en todas las células. Sin embargo, las proteínas de las leguminosas tienen un valor inferior al de las proteínas de origen animal.

Aunque la producción de granos de leguminosas sea mucho menor que la de los cereales, representan una función nutrimental importante a causa de su

aporte proteico. En realidad son ricos en lisina, pobres en aminoácidos azufrados y desde el punto de vista nutricional, complementan bien las proteínas de los cereales (9).

CACAHUATE

No se ha determinado el origen preciso del cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) aunque se conoce su existencia desde 950 a.C. Se supone que lo encontraron por primera vez en Brasil o Perú, que los primeros exploradores o misioneros lo llevaron a África y fue traído a Norteamérica por los comerciantes de esclavos. Eran baratos, de alto valor nutritivo y no se echaban a perder fácilmente y se cultivaban en el sur para alimento en las casas y para alimento de ganado desde 1765 a 1865 (17).

Existen varios tipos de cacahuates; silvestres y cultivados; el cacahuate (nuez molida, nuez de tierra, nuez mono, pinda, nuez de Manila) que conocemos en la actualidad es una leguminosa. La flor crece sobre la tierra y después se marchita, el tallo se alarga, se dobla hacia abajo e introduce el ovario bajo la tierra. La semilla madura debajo de la superficie y la planta se cultiva mejor en suelo arenoso. Cuando la semilla madura, la capa interior de la vaina cambia de blanco a café (17).

El cacahuate, en su forma natural, contiene del 47 al 50% de aceite. Es bastante estable, ya que los índices de yodo, de saponificación de acetilo y los ácidos grasos libres, no cambian con el tratamiento térmico al que se somete durante la fabricación de la mantequilla de cacahuate y de cacahuates salados. El aceite de cacahuate contiene cuando menos ocho ácidos grasos nutritivos esenciales y del 76 al 82% de ácidos grasos insaturados, de los cuales del 40 al 45% está constituido de ácido oleico insaturado y del 30 al 35% de ácido linoleico poliinsaturado. No hay una relación aparente entre los ácidos grasos poliinsaturados y los métodos de cosecha y curado, o los tipos de deterioro (17).

El aroma y sabor característicos del cacahuate se deben, en gran medida, al aceite concentrado en cantidades sumamente pequeñas (1.8 g por tonelada) de los hidrocarburos superiores ($C_{15}H_{30}$ y $C_{19}H_{38}$); ambos se encuentran en forma concentrada y tienen un sabor nauseabundo y agrio.

El cacahuate es también una legumbre y una buena fuente de proteínas y aceite (17).

COCO

El coco (*Cocos nucifera* L.) es la nuez que se cultiva y utiliza en forma más extensa en el mundo. El hábitat natural del cocotero se desconoce, pero desde

hace siglos los hombres lo han distribuido a través del mar, de continente a continente, de isla a isla, por todo el mundo, en donde se cultivaron y llegaron a ser el medio de vida de los nativos. La mayoría de los cocos en el comercio actual provienen de plantas naturales de retoños jóvenes y se cosechan y procesan en forma rudimentaria y laboriosa. Gran parte de la subsistencia de los nativos alimento, vivienda, comida para animales, instalaciones y ropa proviene del coco (17).

El coco es de dos tipos: verde y maduro. Los cocos verdes se cosechan cuando la carne todavía es blanda y ahulada y puede sacarse con facilidad de la cáscara utilizando una cuchara (17).

La copra es la pulpa de los cocos, que se seca, desde un contenido de humedad aproximado de 45% hasta 6% y con el 64% de aceite aproximadamente. El propósito del secado es el deterioro durante el transporte y el almacenamiento para la extracción del aceite. La copra es bastante resistente a los mohos, a la ranciedad y a la putrefacción y si se le protege de los insectos y roedores puede almacenarse durante muchos meses en su empaque (17).

El aceite de coco es un aceite no resecante, con gravedad específica de 0.91-0.92, se solidifica a 19°C. El alto grado de saturación y la gran estabilidad del aceite de coco, lo hacen uno de los aceites mas deseados en el mundo para la preparación de dulces, productos horneados, fritura por inmersión y velas. Los

principales ácidos grasos son láurico (45%), mirístico (18%), palmítico (9.5%), oleico (8.2%), caprílico (7.6%) y esteárico (5%) (17).

El coco comercial es la pulpa rallada y seca y algunas veces endulzada o tostada, de la planta del coco (17).

NUECES

Las nueces constituyen una de las fuentes más antiguas. La calidad y cantidad recibe la influencia de muchos factores. Estos incluyen las variedades, el suelo, el clima, el control de plagas, los cultivos, los métodos de cosecha, los medios de almacenamiento, los métodos de descascarado y clasificación, los procedimientos de fabricación y los recipientes (17).

Una nuez es una fruta de una sola semilla, con una cáscara dura. Otros tejidos de la planta pueden llamarse también nueces, como por ejemplo, las nueces de brasil (semillas), los cacahuates (leguminosas) o las nueces como el coco, las pacanas y las almendras (frutas secas). Pueden distinguirse tres tipos de "nueces"; las que tienen un alto contenido de grasa, aquellas con un alto contenido de proteína y las que tienen un alto contenido de carbohidratos. Las "nueces" con un alto contenido de grasa son las nueces de Brasil, el anacardo (cashew), el coco, las patanas y las nueces. Las "nueces" de alto contenido de proteínas son las almendras, la nuez de Haya y los pistaches. Las "nueces" con

elevado contenido de carbohidratos son las bellotas y las castañas (16, 17).

FRUTAS

Las frutas son los ovarios maduros de una flor; la porción comestible es casi siempre la cubierta carnososa que se encuentra sobre la semilla (16).

Cuando se habla de frutas en general nos referimos a frutas de árboles o bayas (16).

Las frutas son, generalmente, fuentes ricas de carbohidratos y fuentes pobres de proteínas y grasas. la principal deterioración en las frutas es en los carbohidratos. la decoloración puede ser debida a encafecimiento enzimático o a reacciones de caramelización. En los últimos casos la reacción de los ácidos orgánicos y los azúcares en reducción causan la decoloración presentada como encafecimiento. Los niveles de humedad crítica en el encafecimiento parecen estar entre 1 y 30%. Por debajo de 1% el encafecimiento ocurre a niveles grandemente reducidos. Sobre el 30% el encafecimiento ocurre aparentemente a las mismas bajas razones (16).

UVAS PASAS

Las uvas pasas son las frutas secas de varios tipos de uvas, producidas en

su mayoría, aún en la actualidad por secado al sol, aunque cierta cantidad se deshidrata en forma mecánica en cámaras de calentamiento forzado (17).

Los dibujos prehistóricos indican que las pasas se utilizaban desde tiempos primitivos. En los primeros registros literarios se encuentran numerosas referencias, inclusive en el Antiguo Testamento, del uso de las pasas en el pago de impuestos, el tratamiento de enfermedades y en la saciedad del apetito humano. Las extraordinarias "cualidades naturales de conservación" de las pasas (bajo contenido de humedad y bajo pH) han tenido gran parte en su uso a lo largo de los siglos (17).

El color de la fruta varía desde un amarillo verdoso hasta un púrpura café. La humedad se reduce de un 75 a 16% o menos. La composición química de las pasas de uva es en promedio como sigue: sólidos totales 83.0%, humedad 17.0%, azúcar (total como invertida) 70.2%, cenizas 2.1%, ácido (total como ácido tartárico) 2.12%, carbohidratos 77.2%, proteína (%N x 6.25) 2.77%, fibra cruda 0.97% y grasa 0.50% (17).

Los fabricantes de alimentos cereales utilizan grandes cantidades de pasas que incorporan en varios de sus productos (17).

CEREALES PARA EL DESAYUNO

Se considera que el origen de los cereales para el desayuno fue la mezcla de granos tostados llamados "granola" del siglo XIX. El desarrollo de la industria actual estuvo catalizada por el trabajo del Dr. John Kellog, un vegetariano y abogado de las comidas sanitarias, el cual elaboró productos de grano como sustituto para los pesados desayunos del día que consistían en cerdo y comidas fritas. Los empresarios, como el hermano de Kellog, Will, y los competidores C. W. Post y Henry Perky, encontraron pronto un mercado para sus productos. Los mercados crecieron a medida que la población sufrió una transformación de una sociedad principalmente agrícola, que dependía de la mano de obra manual, a una de tipo urbano auxiliada por maquinaria. Varios de los cereales que actualmente se encuentran en el mercado contienen hasta $\frac{1}{4}$ o más de la Ración Diaria Recomendada de algunas vitaminas y minerales por onza de cereal (17).

En Estados Unidos de Norteamérica la palabra "cereal" comúnmente se refiere a un producto que está listo para consumirse y que generalmente se toma como desayuno, de igual manera se denomina a los granos de donde este producto se deriva. Los productos de cereales pueden clasificarse, en parte, de acuerdo con su método de procesamiento: inflado en hojuelas, rallado, y unos cuantos productos preparados como gránulos. Los cereales "calientes" son productos de grano procesado que deben someterse a calor antes de consumirse. Algunos de los productos de las clases anteriores también están preendulzados, o

sea que contienen azúcar a un nivel apropiado para utilizarlos sin una adición posterior del edulcorante (17).

MACRONUTRIMENTOS

Los nutrientes son constituyentes que se encuentran en los alimentos y que deben ser suministrados al cuerpo en cantidades adecuadas. Estos incluyen agua, proteínas, grasas, carbohidratos; llamados macronutrientes y minerales y vitaminas que son los que corresponden a los micronutrientes.

PROTEÍNAS

Las proteínas son componentes de gran importancia como nutrientes; a pesar de existir una gran cantidad de nitrógeno en la tierra, éste se encuentra en forma elemental en la atmósfera y no es aprovechable para llenar las necesidades biológicas del ser humano, ya que para la síntesis de proteínas, de ácidos nucleicos y de otras sustancias nitrogenadas de gran interés solo utiliza el nitrógeno orgánico proveniente de los polipéptidos que obtiene de su dieta. La gran importancia que tienen las proteínas está incluso implícita en su nombre, que se deriva del griego y que significa "ser primero" (8).

Estas sustancias desempeñan funciones biológicas en el organismo humano, entre las que se cuenta principalmente la regeneración y formación de

tejidos, la síntesis de enzimas, anticuerpos y hormonas, y como constituyente de la sangre, entre otras; forman parte del tejido conectivo y muscular de los animales y de otros sistemas rígidos y estructurales. Los órganos del hombre están compuestos principalmente por proteínas y se calcula que existen aproximadamente 5 millones de tipos con propiedades y características muy específicas (8).

Por otro lado, las proteínas son responsables en gran medida de la textura y de las características reológicas de muchos alimentos, y las alteraciones indeseables físicas o químicas que éstos sufren dan como resultado una calidad sensorial y nutricional pobre que lleva consigo el rechazo del producto (8).

Las proteínas en las leguminosas y en las nueces son de calidad algo inferior a las proteínas animales porque las cantidades de metionina y lisina están por debajo de los niveles óptimos. Las proteínas de los cereales se encuentran todavía más abajo debido a que algunos aminoácidos esenciales están presentes en cantidades más pequeñas que las que requiere el hombre. La lisina es el principal aminoácido limitante en el trigo, arroz y maíz; el triptofano y la tiamina también se encuentran presentes en cantidades insuficientes en el maíz y el arroz., respectivamente; sin embargo, el mijo, la avena y el centeno son ligeramente mejores que el trigo, arroz y maíz. Las proteínas de la capa de aleurona son superiores a las del endospermo. Las proteínas del germen se comparan favorablemente con las proteínas animales. Estas proteínas, de mejor

calidad se eliminan al refinar los cereales. Sin embargo, pequeñas cantidades de leche, huevos, queso o carne que se consuman simultáneamente con los alimentos cereales compensan rápidamente la deficiencia. El conocimiento de la composición de aminoácidos en los alimentos está haciendo posible desarrollar mezclas de cereales y otros productos vegetales donde las proteínas alcancen la calidad de las proteínas animales (17, 46).

La disponibilidad de los aminoácidos en el alimento es la que determina, en último término, el valor nutritivo de las proteínas. Así pues, el grado en que los alimentos proteicos se digieren, y se absorben y metabolizan los aminoácidos constituyentes, son los factores críticos al determinar el valor biológico de los alimentos proteicos. Las proteínas de los vegetales, debido a que se encuentran encapsuladas por materiales fibrosos dentro de la planta, principalmente celulosa, hemicelulosa y ligninas, se digieren con menor eficiencia. Esto se cumple aún en los casos en que la composición de aminoácidos de las proteínas es favorable. Los aminoácidos que contienen azufre son inadecuados en la mayoría de los alimentos a excepción de los huevos, las proteínas del suero, las semillas de ajonjolí y ciertas nueces (17).

El valor de los alimentos proteinados, aun de los secos, cambia progresivamente con el tiempo, dependiendo de las condiciones de almacenamiento. Esta depreciación del valor de las proteínas no se nivela a una velocidad constante. La velocidad de deterioro es acelerada por la humedad y la

temperatura elevada. En general el valor proteico disminuye con menos rapidez cuando los productos se almacenan a 20°C y con 40% de HR que si se conservan a 30°C o a 50°C y con el 50% de HR. Este deterioro se refleja en una reducción de la eficiencia del crecimiento, según puede comprobarse en ratas experimentales. La medida de la calidad de la proteína en general se valora por ensayos biológicos (17).

El verdadero valor comparativo de las diferentes proteínas depende de sus diversas composiciones por aminoácidos, y sobre todo de su contenido de aminoácidos esenciales. En una mezcla, una proteína de mala calidad, carente de ciertos aminoácidos esenciales, puede ser suplementada por una buena proteína que contiene los aminoácidos ausentes de la otra a fin de lograr una nutrición adecuada, pero ambas proteínas deben ser suministradas a la vez, ya que el cuerpo tiene una capacidad de almacenamiento muy limitada y todos los aminoácidos se necesitan para la síntesis de proteína diaria (35, 46) .

El valor biológico de las proteínas deshidratadas depende del método de secado. Las exposiciones prolongadas a altas temperaturas pueden hacer las proteínas menos útiles en la dieta. Los tratamientos de baja temperatura pueden aumentar la digestibilidad de las proteínas sobre el material nativo (16).

En general la calidad de las proteínas hablando nutricionalmente depende de dos factores principalmente:

- a) Digestibilidad
- b) Composición o Score de aminoácidos

A su vez la digestibilidad depende de:

- a) Peso molecular
- b) Presencia de compuestos antinutricionales
- c) Tratamientos o procesos, lo cual puede propiciar reacciones o interacciones, ya sea entre las mismas proteínas o entre las proteínas y los demás componentes del alimento.
- d) Solubilidad

Una nueva prioridad que hace énfasis en la importancia de la calidad de la proteína y su evaluación, es el creciente desequilibrio entre los recursos alimenticios del mundo y el crecimiento de la población (34).

El valor nutrimental de una proteína dietética depende en gran parte del patrón y concentración de aminoácidos esenciales que ésta provee para la síntesis de compuestos nitrogenados en el cuerpo. Este concepto constituye la base fundamental para todos los métodos que tratan de calcular el valor nutritivo de la proteína en un alimento. En consecuencia la calidad de una proteína puede variar con la cantidad y el patrón de aminoácidos requeridos para las funciones medidas (34)

El papel de la proteína dietética es el de aportar material para la síntesis de

la proteína corporal y otros metabolitos nitrogenados importantes, por ejemplo, hormonas de naturaleza peptídica y varios derivados de aminoácidos activos, tales como los neurotransmisores serotonina y norepinefrina. Todas las funciones de la proteína dietética son esenciales para el mantenimiento de la salud, pero el proceso de síntesis de la proteína corporal generalmente se considera el más exigente cuantitativamente en relación con la utilización de los aminoácidos (34)

El valor nutritivo de la proteína depende principalmente de su capacidad para satisfacer las necesidades de nitrógeno y aminoácidos esenciales. Los requerimientos de nitrógeno y de aminoácidos son, por consiguiente, el patrón lógico por el cual se debe medir la calidad de la proteína, y son básicos los conocimientos precisos acerca de estos requerimientos para la evaluación del significado nutrimental de la proteína dietética (34).

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA PROTEÍNA EN ANIMALES EXPERIMENTALES.

La evaluación de la proteína de un alimento normalmente se lleva a cabo partiendo de lo más simple a lo más complejo. La evaluación comienza con el análisis de nitrógeno y de aminoácidos, la sigue una serie de determinaciones químicas específicas y termina con las pruebas biológicas. Debido a que los ensayos con animales han sido ampliamente usados para evaluar la calidad proteínica, han logrado tal reconocimiento que frecuentemente se considera que

los resultados obtenidos suministra toda la información requerida. Existen, sin embargo, limitaciones en la cantidad y el tipo de información que pueden derivarse de los procedimientos de ensayo con animales, que ameritan destacarse:

1. El resultado obtenido depende del aminoácido limitante, de su disponibilidad y balance y de la presencia o ausencia de otros materiales interferentes con la evaluación y no provee información acerca de las cantidades de otros aminoácidos esenciales y no esenciales en la proteína.
2. La proteína de la dieta es usada para diferentes propósitos, algunos de los cuales son el mantenimiento de tejidos existentes o la formación de nuevos tejidos.
3. Los resultados son extrapolados de animales experimentales a humanos.
4. Diferentes tipos de ensayos pueden dar valores absolutos diferentes.
5. Hay evidencia de estudios con ratas que un excedente de un aminoácido puede afectar la utilidad de una proteína.
6. La selección de un método depende sobre todo de la precisión y reproducibilidad requerida y el uso para el cual los resultados serán aplicados (34, 62).

El método más simple para determinar el valor nutritivo, es medir la tasa de crecimiento de animales jóvenes alimentados con la dieta sometida a prueba, relacionando la ganancia de peso con la cantidad de proteína consumida; el índice obtenido fue denominado índice de eficiencia proteínica (PER) (34)

El método conocido como razón proteínica neta (NPR) representa una mejora sobre el PER en el sentido de que se usa un grupo control alimentado con una dieta libre de proteína. Este método se estima a través de los cambios de peso corporal (34).

La relevancia de datos obtenidos en ensayos biológicos con animales de laboratorio puede considerarse desde dos puntos de vista: uno relacionado con la metodología, y el otro relacionado con la aplicabilidad de los valores obtenidos en los ensayos con animales para estimar el valor nutritivo de dietas para humanos. En la metodología, los ensayos estandarizados en humanos están sometidos a las mismas limitaciones y proporcionan el mismo tipo de información que los ensayos estandarizados en animales. Los valores obtenidos en ensayos biológicos en ratas tienen una significancia predictiva del valor nutritivo de la proteína para la nutrición humana (34).

En cuanto a la aplicabilidad de los resultados obtenidos de los ensayos biológicos existen otros factores de naturaleza dietética que en la práctica pueden influenciar en la utilización de la proteína, tales como la ingesta de energía y la cantidad de fibra. Por lo tanto dependiendo de la proteína en cuestión, los ensayos en animales pueden subestimar el valor de las proteínas, al compararlo con los datos obtenidos en humanos (34).

Los humanos requieren ciertas cantidades mínimas de aminoácidos

esenciales de una fuente biológicamente disponible como parte de un gran consumo de proteína nitrógeno. Las cantidades requeridas de esos aminoácidos varían con la edad, condición fisiológica y estado de salud. Esto es importante para ser capaz de discriminar con ambas precisión y exactitud, la eficiencia relativa con la cual fuentes de proteína individual pueden ser conocidas las necesidades biológicas humanas. Esta eficiencia también puede tener implicaciones directas para el valor comercial del producto de proteína (34).

Estudios clínicos en humanos que miden el crecimiento y/o otros indicadores metabólicos proveen la más exacta valoración de la calidad de la proteína. Por razones étnicas y de costo, tales técnicas no pueden ser usadas. Consecuentemente, técnicas diseñadas para medir la efectividad de una proteína en promoción del crecimiento animal han sido utilizados (34).

La composición de aminoácidos y medición de la digestibilidad son consideradas necesarias para predecir el aseguramiento de la calidad de la proteína de alimentos para dietas humanas (34).

El valor nutritivo de una proteína depende de la capacidad de proveer nitrógeno y aminoácidos en cantidad adecuada para encontrar los requerimientos de un organismo humano (34)

La evaluación de la calidad de las proteínas constituye un factor esencial

para determinar su valor nutrimental y comercial (54).

GRASA

Los lípidos son los principales constituyentes de la dieta americana y suministran casi las dos quintas partes de la ingestión calórica total (35).

Puesto que son fuente concentrada de energía es posible ingerir las calorías necesarias sin tomar dietas excesivamente voluminosas, ya que a mayor contenido de grasa la mezcla de alimentos permanece mayor tiempo en el estómago retrasando la sensación de hambre (35).

Las grasas difieren de las proteínas y los carbohidratos en que no son polímeros de unidades moleculares que se repiten. No forman largas cadenas como los almidones, la celulosa y las proteínas, y no dan fuerza estructural a los tejidos vegetales y animales. Consideramos a la grasa como una sustancia suave y aceitosa que es insoluble en agua (35) .

La grasa es básicamente una fuente de combustible para el animal o la planta en que se encuentra, o para el animal que la come. Desde el punto de vista de nutrición, y como combustible, contiene aproximadamente 2.25 veces el número de calorías contenidas en un peso base seco equivalente de carbohidratos o proteínas. La grasa siempre se halla en alimentos naturales

combinada con otras sustancias, tales como las vitaminas A, D, E y K, solubles en grasa; los esteroides; el colesterol en las grasas animales y el ergosterol en las grasas vegetales; y ciertos emulsionantes grasos naturales, llamados fosfolípidos debido a la presencia del ácido fosfórico en sus moléculas (35) .

Además de suministrar energía, las grasas proporcionan ciertos ácidos grasos esenciales poliinsaturados. Como en el caso de los aminoácidos esenciales, estos se llaman ácidos grasos esenciales porque el cuerpo no puede sintetizarlos, de manera que deben ser proporcionados en la dieta como tales. Los ácidos grasos esenciales incluyen el ácido linoleico y linolénico. El ácido araquídico, otro ácido graso no saturado, no es verdaderamente esencial en el sentido que debe estar incluido en la dieta, ya que puede ser formado por el ácido linoleico en el cuerpo. Las buenas fuentes de ácido linoleico incluyen los aceites de granos y semillas, las grasas de las nueces y las grasas de las aves (35).

Al comer grasa, las paredes del estómago se recubren y eso proporciona esa sensación de comodidad. La grasa es esencial para la dieta. Además que disminuye el volumen total que debe ingerirse para obtener energía, la grasa mejora el sabor de los alimentos, aumenta la capacidad de reproducción, la lactancia, la utilización de los alimentos y la salud física. La piel saludable normal requiere de los materiales grasos esenciales que se encuentran en las grasas que consumimos. Se requiere una cantidad mínima de grasa para aislar el cuerpo contra las pérdidas de calor y como acogimiento para los órganos internos (17).

La principal alteración de la grasa es la oxidación de los ácidos grasos insaturados, riesgo que aumenta con el número de dobles enlaces. El fenómeno depende en gran medida de la actividad de agua: la oxidación es intensa tanto en medios anhidros, como cuando la a_w es elevada. Estas últimas condiciones favorecen la oxidación química catalizada por el hierro o el cobre, y también la actividad de la lipoxigenasa, que se suma a la de las lipasas al quedar los ácidos grasos liberados expuestos a los factores de oxidación. Dentro de los productos de la oxidación que se pueden encontrar tenemos ácidos grasos de cadena corta, alcoholes superiores, hidrocarburos, aldehídos como el pentanal, hexanal, heptanal y diversas cetonas. Algunos compuestos quedan retenidos, otros son volátiles y contribuyen positivamente al sabor a asado. Diversos aldehídos y cetonas son los responsables del olor a rancio y del sabor a pescado de las grasas oxidadas (1).

La mayoría de los ácidos grasos en los alimentos y en el cuerpo son de cadenas rectas y de número par de átomos de carbono, conteniendo 4, cuando mucho, 24 átomos de carbono. Los ácidos grasos de cadena corta están constituidos por 4 y 6 átomos de carbono, los de cadena media están formados por 8 a 12 átomos de carbono y los de cadena larga por más de 12 átomos de carbono (35).

Los ácidos grasos son saturados y no saturados. Un ácido graso en donde

cada uno de los átomos de carbono en la cadena tiene dos átomos de hidrógeno unidos a él es saturado. Un ácido graso no saturado o insaturado es uno en el cual falta un átomo de hidrógeno de cada uno de los átomos de carbono adyacentes, requiriéndose, por tanto un doble enlace entre los dos átomos de carbono (35).

Los ácidos grasos que contienen 12 átomos de carbono o menos y los ácidos grasos no saturados son líquidos a temperatura ambiente. Los ácidos grasos saturados que contienen 14 átomos de carbono o más son sólidos a la temperatura ambiente. Los ácidos grasos de los alimentos y el cuerpo contienen mezclas de ácidos grasos de cadena larga y corta y de ácidos grasos saturados y no saturados (35).

En las grasas vegetales, excepto en el aceite de coco, predominan los ácidos grasos oleico y linoleico, mientras que en los aceites de cacahuate y oliva son ricos en ácido oleico y su contenido de ácido linoleico es correspondientemente menor. De los aceites vegetales, el de coco es el único que está compuesto, en su mayor parte por ácido láurico, que es líquido a la temperatura ambiente. El aceite de coco se clasifica como grasa saturada y otras grasas vegetales como no saturadas (35).

La función principal de las grasas es suministrar energía; al oxidarse cada gramo de grasa produce aproximadamente 9 calorías (35).

Dentro de los problemas relacionados con la grasa en la dieta es que hay una fuerte evidencia que el alto contenido de grasas saturadas y de colesterol aumenta la concentración del colesterol sanguíneo y ciertas fracciones de lipoproteínas. Estos elevados niveles de lípidos sanguíneos parecen estar correlacionados con la incidencia de las enfermedades cardiovasculares. Muchos nutriólogos y médicos recomiendan actualmente que se sustituyan las grasas saturadas en la dieta por grasas poliinsaturadas (35).

Los lípidos que se encuentran en los cereales son muy complejos, principalmente porque están compuestos por un número grande de clases químicas y un número mucho mayor de especies químicas. La distribución de las clases y especies es diferente, no solo en los diferentes cereales, sino en las diferentes partes anatómicas de cada cereal. Los lípidos se definen como sustancias solubles en disolventes orgánicos, aunque ésta no se considera una definición muy rigurosa (23).

Nutritionalmente la calidad de los lípidos depende del grado de saturación que presenten ya sean saturados o insaturados, además de otro tipo de compuestos, especialmente el colesterol. Este último, junto con los ácidos grasos saturados son los que causan las enfermedades de tipo cardiovascular en el hombre (23).

Los aceites y grasas, extraídos o como constituyentes de los alimentos,

sufren alteraciones que dan lugar a cambios de sabor, aromas extraños o a la formación de compuestos tóxicos (36).

Las alteraciones más importantes son: la hidrólisis enzimática, que libera ácidos grasos; la oxidación enzimática, el enranciamiento químico oxidativo, entre otras (36).

En las semillas oleaginosas crudas existe una notable cantidad de lipasas activas, cuya misión fisiológica es la digestión de las grasas durante la germinación. Al triturar las semillas se desencadena la acción lipásica y los aceites de la harina se hidrolizan y se acidifican (36).

La velocidad de hidrólisis de los lípidos por las lipasas disminuye a temperaturas bajas y las harinas oleaginosas son más estables cuando se almacenan a menos de 0°C (36).

El efecto de los ácidos grasos libres sobre el sabor y el aroma depende de la longitud de sus cadenas. Los de menos de 12 átomos de carbono producen sabores acres y aromas desagradables. Los de más de 12 átomos de carbono solo producen acidez, pero, si son insaturados, se enrancian con mayor rapidez. En todos los casos, para la obtención de aceites de calidad hay que evitar la acción previa de las lipasas en la semilla (36).

Las lipoxidasas catalizan la peroxidación de los carbonos insaturados de los ácidos grasos por el O₂. Se encuentran abundantes lipoxidasas en la soya y otras leguminosas. Algunas son específicas para los ésteres libres y otras para los ácidos libres (36).

Aún a niveles de alteración bajos, los productos de la oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados dan lugar a sabores y olores desagradables, a costa de la desaparición de ácidos grasos esenciales (36).

Por otra parte la oxidación de los ácidos grasos insaturados va acompañada por la destrucción de las vitaminas liposolubles y de algunas hidrosolubles. El tocoferol desaparece prácticamente, antes de que la rancidez sea detectable sensorialmente, y la vitamina A y los carotenos se destruyen en la primera fase de oxidación de las grasas (36).

También el valor nutritivo de las proteínas disminuye, cuando se suministra junto con grasas oxidadas, por pérdida de aminoácidos esenciales. En efecto, los grupos -SH- son oxidados y los compuestos carbonílicos de las grasas enranciadas reaccionan con los grupos α -amino de la lisina, disminuyendo la digestibilidad y el valor biológico de las proteínas (36).

Estas reacciones oxidativas constituyen el enranciamiento enzimático, que

tiene lugar en las semillas o en los frutos y da lugar a pérdidas de calidad de los aceites que se obtienen de ellos, o a la aparición de sabores extraños y pérdidas de valor nutritivo cuando aquellas se usan directamente como alimentos (36).

Otro tipo de alteración es el enranciamiento químico, el cual se produce en los aceites y grasas elaborados. El enranciamiento o autooxidación es una alteración de gran importancia comercial por las pérdidas que produce en grasas, aceites y componentes grasos de los alimentos. La acción del oxígeno atmosférico, sobre las cadenas alifáticas poliinsaturadas de ácidos grasos y glicéridos, da lugar al sabor y olor típicos, fuertes y desagradables, y a la formación de compuestos nocivos (36).

Entre los compuestos que contribuyen al sabor y olor desagradable tenemos: 2-decenal, 2-undecanal, 2,4-decadienal, aldehído nonílico, dialdehído malónico, 3-cis-hexanal, etc (36).

EFFECTOS NOCIVOS DE LA GRASA OXIDADA

Los peróxidos son, en general, compuestos tóxicos. Los hidroperóxidos del ácido linoleico son de los más tóxicos que se producen en la alteración de las grasas. En general, alteran las vitaminas y la hemoglobina, inhiben algunas enzimas, oxidan los grupos -SH y pueden ejercer una acción mutagénica. También pueden producir lesiones patológicas en el aparato digestivo y se cree

que sensibilizan la acción de ciertos agentes carcinógenos (36).

Las grasas poco oxidadas no causan efectos apreciables sobre la ingestión de alimentos y aumento de peso, en animales de laboratorio. Las de contenido alto de peróxidos producen pérdida de apetito, pérdida de peso, alteraciones de diversos órganos y, en casos extremos, la muerte de los animales. Los peróxidos ingeridos se acumulan en los tejidos grasos y son nocivos para las membranas celulares; los tocoferoles, la vitamina C, la cisteína y otros reductores, bajan su concentración celular (36).

CARBOHIDRATOS

Los carbohidratos son en general polihidroxialdehídos y polihidroxicetonas, los cuales algunas veces pueden contener en sus moléculas algunos otros elementos además de carbono, hidrógeno y oxígeno.

Una clasificación muy general para los carbohidratos puede ser como monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos.

Si se dividen por la forma en que son utilizados se pueden clasificar como digeribles dentro de los cuales encontramos: glucosa, fructosa, lactosa, sacarosa, almidón, entre otros; e indigeribles tales como: oligosacáridos, celulosa, hemicelulosa, pectinas, gomas y almidones resistentes (también se les puede

llamar polisacáridos no amiláceos).

Los componentes antes mencionados como indigeribles son evaluados o cuantificados como fibra y en especial como fibra dietética.

La información sobre fibra dietética muestra controversia en diferentes áreas de investigación, referentes a: nomenclatura, enfermedades relacionadas, cantidades recomendadas y terminología, principalmente por la carencia de datos analíticos. Diferentes necesidades e intereses con relación a la composición de la fibra dietética en los alimentos, han llevado a una proliferación de métodos para este tipo de análisis (15, 18, 40, 55).

Los carbohidratos desempeñan un papel capital en los sistemas biológicos y en los alimentos. Son producidos por el proceso de fotosíntesis en las plantas verdes. Pueden servir de componentes estructurales, como en el caso de la celulosa; pueden ser almacenados para reserva de energía, como en el caso del almidón en las plantas y el glucógeno del hígado en los animales; pueden funcionar como componentes esenciales de los ácidos nucleicos, como en el caso de la ribosa, y como componentes de vitaminas como la ribosa de la riboflavina. Los carbohidratos pueden ser oxidados para proporcionar energía, y en la sangre, la glucosa es una fuente inmediata de energía para los animales (35).

Los carbohidratos de los alimentos consumidos ayudan al cuerpo a utilizar

la grasa eficientemente. A fin de lograr esto, suministran un ácido orgánico formado como un intermediario en la oxidación de los carbohidratos. Este ácido orgánico es esencial en la oxidación completa de la grasa a CO₂ y agua (35).

Los carbohidratos también ayudan a ahorrar proteínas. Cuando se agotan los carbohidratos en el cuerpo de un animal, y luego el animal necesita energía adicional, la obtiene por medio de la oxidación de grasas o proteínas (35).

Cuando se habla de la calidad de los carbohidratos relacionados con la nutrición hay que considerar a que grupo de la población se hace referencia, debido a que en algunos casos puede ser deseable la ingestión principalmente de azúcares, simples, en otros casos altos contenidos de carbohidratos complejos, etc. Suponiendo una persona en condiciones normales es importante que su ingesta de carbohidratos sea de preferencia baja en azúcares simples y alta en carbohidratos complejos como lo son los derivados del almidón (48).

Todos los azúcares como la glucosa, fructosa, maltosa, sacarosa y lactosa comparten las siguientes características en grado variable: 1) tienen dulzura y generalmente son utilizados por esta característica; 2) son solubles en agua y fácilmente forman jarabes; 3) cuando se evapora el agua de sus soluciones, forman cristales, esta es la manera en que la sacarosa es recuperada del jugo de caña de azúcar; 4) proporcionan energía para la nutrición; 5) son fácilmente

fermentados por los microorganismos; 6) en alta concentración previenen el crecimiento de microorganismos, de manera que pueden ser empleados como conservadores; 7) al ser calentados se oscurece su color o se caramelizan; 8) algunos de ellos se combinan con proteínas para producir colores oscuros, siendo conocida esta como la reacción de encafecimiento; y 9) además de dulzura dan cuerpo y consistencia a las soluciones (35).

Los almidones importantes en los alimentos son principalmente de origen vegetal. Tienen las siguientes características: 1) no son dulces sino neutros; 2) no se disuelven fácilmente en agua fría; 3) forman pastas y geles en agua caliente; 4) proporcionan una fuente energética de reserva en las plantas y en la nutrición; 5) están presentes en semillas y tubérculos en forma de gránulos característicos de almidón; 6) por su viscosidad se emplean para espesar alimentos; 7) sus geles se emplean en postres; 8) sus geles pueden ser modificados por azúcares y/o ácidos; 9) sus pastas y geles pueden retrogradarse a su forma insoluble al envejecer o congelarse, lo cual causa defectos en los alimentos que lo contienen; 10) el desdoblamiento parcial de los alimentos produce dextrinas (35).

La gente ha consumido almidón resistente por muchos años en la forma de almidón atrapado (AR1) en alimentos tales como semillas o granos. Almidones granulares tales como aquellos encontrados en plátanos o almidones nativos de papa podrían ser ejemplo del tipo de almidón resistente 2 (AR2) y más recientemente almidón altamente retrogradado RS3 es encontrado en cereales

para el desayuno procesados (58).

Investigadores han identificado el potencial de almidones especiales para aumentar los beneficios a la salud de los alimentos comunes. Estos almidones son llamados almidón resistente porque ellos actúan como fibra dietética (13, 53).

Científicos de la Goodman Fielder Ingredients and the CRC for Food Industry Innovation han mostrado que el almidón resistente de Hi.Maize actúa como un probiótico. Esto significa que aumenta el crecimiento de ciertas bacterias benéficas las cuales habitan en el tracto gastrointestinal del humano. Esto ayuda a promover la salud intestinal y a disminuir el riesgo de enfermedad del colon incluyendo la constipación y la diarrea (53).

El Almidón resistente (AR) es el no-digestible o al menos no fácilmente almidón digestible encontrado en bajos niveles en muchos sistemas de alimentos comunes. Gránulos de almidón deshidratado o amilosa altamente retrogradada son los contribuidores primarios del almidón resistente en nuestras dietas. (61).

El almidón resistente tiene muchas características de la fibra dietética fermentable y es formado durante el horneado del pan y en muchas otras situaciones en donde el almidón o almidón contenido en los alimentos son calentados. El almidón resistente sin embargo es importante para el procesador de alimentos y para el consumidor (2, 5, 18, 48).

La definición tradicional de fibra dietética se refiere a los materiales de la pared celular de las plantas que consta de polisacáridos no amiláceos (NSP) los cuales resisten la digestión del intestino delgado y pueden o no ser solubles en agua. El ensayo para almidón resistente es como el de fibra dietética insoluble, el cual puede ser un factor de complicación ya que no puede ser considerado una fibra por la definición tradicional de fibra. Modificaciones al método de Prosky fueron hechas considerando quitar este factor de confusión, las investigaciones fueron conducidas para determinar el destino fisiológico del almidón resistente y fue similar a la fibra, argumentando para esta inclusión en fibra dietética total (15, 18, 47, 55).

El almidón resistente (AR) está ahora organizado en cuatro categorías:

AR1 Almidón resistente físicamente atrapado

Es almidón no disponible debido a que es fácilmente atrapado en una matriz no digestible. (ej. gránulos de almidón inmovilizado en la célula de la planta por la pared celular), es resistente a las enzimas simplemente porque las enzimas aminolíticas no tienen acceso a él. Este tipo de almidón resistente es afectado en gran parte por el masticado y por los pasos del proceso del alimento tales como el picado y el molido.

AR2 Gránulos de almidón crudos

Son gránulos de almidón no gelatinizado los cuales no están disponibles para las enzimas digestivas (amilasa) debido a que está compactado, estructura no hidratada.

AR3 Almidón retrogradado

Consta de amilosa y amilopectina altamente cristalina la cual se forma durante la retrogradación del almidón. Aunque bien puede consistir principalmente de amilosa retrogradada, hay indicios de un incremento a la resistencia enzimática sobre la retrogradación de la amilopectina. Complejos amilosa-lípidos también muestran susceptibilidad enzimática reducida.

AR4 Almidón químicamente modificado

Consta de ciertos almidones químicamente modificados los cuales no son digeridos debido a su estructura no natural.

Numerosos estudios en ratas muestran que el almidón resistente escapa a la digestión en el intestino delgado y que es fermentable en el intestino grueso. El comportamiento general del almidón resistente es similar fisiológicamente a la fibra soluble fermentable. Las conclusiones comunes de estos grupos de investigación incluyen incremento en el volumen fecal y disminución en el pH del colon. Observaciones adicionales indican que el almidón resistente como la fibra soluble tienen un impacto positivo en la salud del colon debido a un incremento en la producción de células cript o una disminución en la atrofia de las células epiteliales del colon en comparación con dietas sin fibra. Hay algunos indicios de que el almidón resistente influye en la tumorigénesis de manera similar a la goma guar, como fibra soluble y el colesterol sérico y los triglicéridos son reducidos. En conjunto, según parece que el almidón resistente se comporta fisiológicamente

como una fibra y puede ser retenido en el ensayo de fibra dietética total (13, 15, 19, 47).

Estudios realizados en humanos están soportados en hallazgos que se realizaron en modelos con ratas, en donde el funcionamiento fisiológico del almidón resistente es contrastado contra el de la fibra dietética. En el intestino delgado el almidón resistente es lentamente absorbido, pero de una manera más importante está asociado con la baja absorción del almidón. Estos resultados bajan la glucosa posprandial y la respuesta a la insulina (15, 18, 19, 47, 61).

El principal efecto del almidón resistente ocurre en el intestino grueso donde es fermentado por las bacterias del colon con generación de hidrógeno, CO₂, acetato, propionato y butirato. Estas sustancias incrementan la acidez del colon y parece ejercen efecto protector, especialmente el butirato. Algunos estudios han demostrado que el almidón resistente también tiene efectos laxantes (13, 18, 19, 47).

La producción de ácidos grasos de cadena corta ha sido mostrada para tener un impacto positivo en la salud del intestino incluyendo un aumento en la absorción de magnesio y calcio, proliferación epitelial, balance de especies de bacterias y metabolismo bacteriano de sales biliares. Si a través de la acción en sales biliares o a través del efecto de dilución, el almidón resistente provee un

grado de protección en contra del cáncer del intestino (61).

Los descubrimientos en sujetos humanos como los efectos fisiológicos de almidón resistente a algunas fibras dietéticas fermentables. Puesto que el almidón resistente permanece su mayor parte sin digerir hasta que es parcialmente fermentado en el colon el metabolismo de almidón resistente ocurre 5-7 horas después de consumirlo, en contraste con el almidón normalmente cocinado el cual es digerido casi inmediatamente. Un incremento en niveles de amonía en suero y colon es también apoyado en humanos (15, 61).

El almidón resistente no es nuevo, siempre ha existido, pero recientemente ha sido considerado gracias al mejoramiento de los métodos analíticos. El almidón resistente se encuentra de manera natural en alimentos tales como frijol, papas, pan, etc., y puede ser formado también durante el calentamiento/enfriamiento de los alimentos. El almidón resistente contenido en alimentos procesados puede ser regulado escogiendo el material crudo o las condiciones de proceso (47).

La energía contenida en el almidón resistente es particularmente interesante, mientras que el almidón resistente no es absorbido en el intestino delgado alguna de su energía está disponible para el cuerpo vía absorción de los productos de fermentación antes mencionados. Algo de energía del almidón resistente es usada como almacén de alimento para la proliferación de bacterias benéficas en el colon. Estudios en animales indican que el valor de energía del

almidón resistente fermentable es de aproximadamente 2 Kcal/g comparada con las 4 Kcal del almidón digestible. Por lo tanto el almidón resistente puede tener un rol en el peso del cuerpo, regulación de otros factores tales como su efecto en saciedad puede ser también considerado (47).

La fibra ha sido tradicionalmente definida como polisacárido no amiláceo que escapa a la digestión del intestino delgado. El ensayo de fibra tiende a limitar el proceso de digestión y aislar los polisacáridos no digeribles para determinar la fibra dietética total y puede además separar ambas fracciones soluble e insoluble. Los ensayos de fibra también han sido usados para determinar el almidón resistente como otro componente de los polisacáridos no digeribles encontrados en los alimentos. Desde que el almidón resistente es cuantificado como parte de la fracción insoluble de muchos ensayos de fibra se pensaba que esto era un factor de complicación en los resultados de los ensayos porque el no almidón se cuantificaba en la definición. Productores de alimentos sin escrúpulos pueden aumentar el contenido de fibra de sus productos incorporando al almidón resistente (60).

El ensayo más común de fibra ha sido desarrollado sin considerar el almidón resistente. El efecto de la metodología en los ensayos de varias fracciones de carbohidratos han sido revisadas. Entender cómo la cuantificación de almidón resistente es impactada en esos ensayos requiere una revisión de lo que es el almidón resistente (60).

En un proyecto previo al presente estudio se determinó la composición química proximal de 10 marcas de granola que se expenden en la Ciudad de Monterrey encontrándose los siguientes resultados: humedad 3.70-6.98%, ceniza 1.18-2.58%, extracto etéreo 9.10-18.4%, proteínas 7.93-12.91%, fibra cruda 0.89-2.36%, carbohidratos 61.86-77.64% y fibra dietética 5.94-10.96% , enfocándose principalmente en el citado proyecto la calidad y biodisponibilidad de los minerales. Por lo que este estudio pretende evaluar la calidad de los principales macronutrientes: proteína, grasa, y carbohidratos. (22).

En el XXV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de los alimentos en el año de 1994 se reporta la composición química de granola que se expende en la Cd. de Monterrey, N.L., México mostrando los siguientes resultados: Humedad de 5.3 a 5.8%, cenizas 1.5%, grasa 5.12 a 5.8%, fibra 8-9% y proteína de 9 a 10%. (42).

HIPÓTESIS

- 1) Los ingredientes contenidos en el empaque de granolas cumplen con lo establecido en la etiqueta.
- 2) Los macronutrientes de una porción de 30g cubren un alto porcentaje de las recomendaciones energéticas para una dieta de 2000 Kcal.
- 3) Existe diferencia entre marcas respecto a la calidad de la proteína.
- 4) La proporción grasa saturada/grasa total es adecuada considerando las recomendaciones.
- 5) El grado de conservación de la grasa es adecuado considerando la norma al respecto.
- 6) Parte del almidón en las granolas se encuentra como almidón resistente.
- 7) La proporción de carbohidratos simples/carbohidratos complejos es adecuada considerando la recomendación dietética.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad de proteína, grasa y carbohidratos presentes en diferentes marcas de granola.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Determinar la composición química y la proporción de ingredientes en diferentes marcas de granola.**
- 2) Evaluar la calidad biológica de la proteína en diferentes marcas de granola.**
- 3) Cuantificar la cantidad de grasa saturada en diferentes marcas de granola,**
- 4) Determinar la calidad de la grasa obtenida (acidez, rancidez).**
- 5) Cuantificar el almidón resistente en diferentes marcas de granola.**
- 6) Aportar información respecto a los carbohidratos presentes en diferentes marcas de granola.**

MATERIALES Y MÉTODOS

Las unidades muestrales de 8 diferentes marcas de granola que se comercializan en el Área metropolitana de la Ciudad de Monterrey fueron obtenidas aleatoriamente en diferentes centros Comerciales, en cantidad suficiente (aproximadamente 8 unidades muestrales por marca) y considerando un mismo lote para cada una.

Una vez obtenidas las unidades muestrales se trasladaron al Laboratorio "Ciencia de los Alimentos", se homogeneizaron y se separaron 100 g para determinar la composición porcentual de ingredientes. El resto de la muestra se molió en un molino para reducir el tamaño de partícula, homogeneizarla y en ella realizar los análisis físico-químicos y los análisis biológicos.

Las determinaciones realizadas fueron:

Proporción de ingredientes: realizado en forma manual separando cada uno de los ingredientes y pesando en una balanza digital cada uno de ellos por separado en forma individual.

Análisis proximal según los métodos oficiales de la Association of Official Analytical Chemists (4) realizando las siguiente determinaciones por triplicado:

• Humedad	925.09b
• Ceniza	923.03
• Proteína	920.87
• Grasa	920.39c
• Fibra cruda	962.09e
• Extracto libre de nitrógeno	por diferencia a 100
• Azúcares totales	939.03b
• Azúcares reductores	923.09
• Grasa saturada	26.040 (3)
• Acidez	940.28a
• Índice de Peróxido	965.33a
• Almidón resistente	Saura-Calixto, (1993) (7, 38).
• Digestibilidad de proteína	FAO/WHO 1989 (34)
• NPR	Pellet y Young (1980) (34)

La determinación de Acidez se realizó en el extracto etéreo de una muestra exactamente pesada y calculando el por ciento de acidez respecto a la muestra de granola.

La determinación del Índice de Peróxido se realizó en el extracto etéreo de una porción exactamente pesada de la muestra original, la cual fue obtenida utilizando extracción continua por 2 horas a baja temperatura, previa evaporación

del solvente. El Índice de peróxido fue calculado haciendo referencia a la muestra original.

Para determinar la digestibilidad de la proteína se utilizaron 80 ratas Sprague-Dowley, recién destetadas distribuidas en 10 bloques al azar de 6 machos y 2 hembras por dieta y 50 a 60 g de peso utilizando un grupo de animales para cada una de las dietas (8 marcas de granola, una dieta libre de nitrógeno y una dieta de caseína), en el bioterio del Laboratorio "Ciencia de los Alimentos" de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León. El diseño estadístico de la distribución de los animales de laboratorio fue en bloques al azar. Las dietas experimentales se prepararon considerando 8.4% de proteína, 11.3% de grasa, vitaminas y minerales ajustando con almidón de maíz para 100g. Ver anexo 1

La Razón Proteínica Neta (NPR) fue determinada según el método antes mencionado con una duración de 15 días a través del cual se determinó el peso de las ratas y el peso del alimento ingerido, tanto en las dietas problema como en la dieta libre de nitrógeno. Ver anexo 1.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizaron estadísticas descriptivas en los resultados de análisis físico-químicos obtenidos de las determinaciones realizadas por triplicado no aceptándose variaciones mayores a 0.4 desviaciones estándar (14, 30).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

COMPOSICIÓN DE INGREDIENTES

En la **Tabla 1** se presenta la composición de ingredientes en diferentes marcas de granola. Además de los reportados en la tabla se indican en la etiqueta; azúcares, agua, aceite vegetal parcialmente hidrogenado, miel de abeja, maltodextrinas, canela, sal, saborizante artificial, BHA, BHT, vainilla, lecitina, melaza, salvado, margarina, cebada, suero, glicerina, azúcar mascabado, leche descremada en polvo.

Acerca de la composición de ingredientes de las granolas no existe una norma para establecer en ella la cantidad y tipo de ingredientes que deban estar formando parte del producto terminado. Lo que se observa en los resultados de la tabla anterior es que se presenta muy variada en cuanto al tipo y proporción de ingredientes.

En todas las marcas el contenido cumple con lo especificado en la etiqueta (tipo de ingrediente) excepto la marca **Gourmet Granvita** la cual reporta semilla de calabaza no estando presente; sin embargo, encontramos almendras las cuales no se encontraban reportadas.

Respecto a la presentación física del producto en todas las granolas

nacionales los ingredientes pudieron ser separados como partículas individuales para su cuantificación, sin embargo las marcas Quaker y Fruit & Nut, que son de importación (USA), presentan un aspecto físico diferente a las nacionales. Se elaboran formando acúmulos de ingredientes lo que no permitió la separación física de los mismos, por lo tanto se reporta como no separable.

Tabla 1 Composición de Ingredientes Identificados en Diferentes Marcas de Granola.

Ingrediente	Marca							
	Frutinola	Ricanola con pasas	Alhelí	Gourmet Granvita	Plus Sr. Natural	Nutrisa	Quaker	Fruit & Nut
Avena	82.1	77.1	47.2	82.7	73.2	73.9		
Pasa	5.2	15.1	13.3	3.0	16.2	6.4	12.1	6.4
Plátano deshidratado	2.0							
Piña	4.1							
Papaya deshidratada	3.3			2.5				
Ajonjolí	0.4	0.1	2.4		0.4	3.4		
Coco	1.4		1.4			2.9		
Almendras	1.5		3.0	1.8**	5.4		5.9	2.6
Arroz		7.7						
Nuez			5.1		4.8	2.2		
Cacahuete			25.0	1.4		8.0		
Trigo inflado				6.1				
Manzana deshidratada				2.5				
Semilla de calabaza				*		3.2		
Residuo no separable			2.6				82.0	88.1
Dátiles								2.9

* Ingrediente enlistado en la etiqueta no presente

** Ingrediente no citado en la etiqueta y se encontró presente

COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL

Se observa en la **Tabla 2** la composición química (%) de las diferentes marcas de granola la cual es muy variable. El contenido de humedad varió de 2.5 a 5.66; las cenizas de 1.48 a 1.82; la grasa de 10.3 para la marca **Gourmet Granvita** hasta 21.74 para la marca **Alhelí**; el porcentaje de grasa tan alto de esta última se debió posiblemente al alto contenido de cacahuate (25%) y nuez (5.1%). La proteína se encontró entre 7.98 para **Nutrisa** y 14.33 para la marca **Alhelí**; el contenido de fibra cruda fue bajo (0.82-2.20) y el de carbohidratos alto (58.20-72.84) este último valor se justifica por el contenido de avena y pasas, además de las fuentes de azúcar utilizadas en su elaboración.

La mayoría de las granolas no presentan datos sobre su composición química (tabla nutricional), solo mencionan los ingredientes, excepto las de importación que si presentan información completa. La cantidad de macronutrientes presentes en las granolas: proteínas, grasas y carbohidratos entre las diferentes marcas es variable debido a la composición de ingredientes en las mismas (**Tabla 1**). Lo anterior es importante de considerar al momento de planear una dieta ya que dependiendo de la marca, será su contenido de ingredientes y por lo tanto de nutrientes.

A fin de demostrar lo anterior en las **tablas 3 a la 5** se presenta el porcentaje de la recomendación que cubre la proteína, grasa y carbohidratos presentes, respectivamente, además en la **tabla 6** se resume la densidad energética para cada una de las diferentes marcas de granola por porción de 30 gramos.

Tabla 2 Composición Química de Diferentes Marcas de Granola

Marca	Humedad $x \pm DS^{**}$	Proteína Bruta $x \pm DS^{**}$	Cenizas Totales $x \pm DS^{**}$	Grasa Cruda $x \pm DS^{**}$	Fibra Bruta $x \pm DS^{**}$	ELN $x \pm DS^{**}$
Frutinola	3.01 \pm 0.12	9.49 \pm 0.04	1.52 \pm 0.03	12.09 \pm 0.17	1.05 \pm 0.01	72.84 \pm 0.09
Ricanola con pasas	3.76 \pm 0.04	9.27 \pm 0.08	1.54 \pm 0.10	13.10 \pm 0.08	1.19 \pm 0.01	71.14 \pm 0.04
Alheli	3.12 \pm 0.12	14.33 \pm 0.24	1.62 \pm 0.05	21.74 \pm 0.23	0.99 \pm 0.04	58.20 \pm 0.17
Gourmet Granvita	2.55 \pm 0.05	9.78 \pm 1.72	1.72 \pm 0.03	10.30 \pm 0.05	0.82 \pm 0.02	74.83 \pm 0.11
Plus Sr. Natural	3.76 \pm 0.09	10.05 \pm 0.17	1.82 \pm 0.05	17.36 \pm 0.25	1.01 \pm 0.02	66.00 \pm 0.31
Quaker	5.01 \pm 0.12	9.43 \pm 0.22	1.71 \pm 0.06	15.68 \pm 0.35	1.20 \pm 0.05	66.98 \pm 0.32
Fruit & Nut	5.81 \pm 0.09	11.47 \pm 0.32	1.48 \pm 0.07	17.56 \pm 0.70	1.86 \pm 0.07	61.82 \pm 0.23
Nutrisa	5.66 \pm 0.19	7.98 \pm 0.03	1.64 \pm 0.03	17.43 \pm 0.39	2.2 \pm 0.09	65.09 \pm 0.24

ELN Extracto Libre de Nitrógeno

DS Desviación estándar

Determinaciones realizadas por triplicado en base húmeda

APORTE DE PROTEÍNA A UNA DIETA DE 2000 Kcal

En la **Tabla 3** se presentan los gramos de proteína por porción de 30g y el porcentaje de la recomendación diaria de proteína que se cubre con el consumo antes mencionado de granola de las diferentes marcas, considerando 75g/día para una dieta de 2000 Kcalorías (32, 33).

Se observa que los resultados obtenidos cubren un porcentaje bajo de la recomendación, sin embargo, este tipo de alimento forma parte del desayuno, por lo que el resto de este nutrimento deberá ser cubierto al ingerir los alimentos de comida y cena.

Por otro lado al comparar el contenido de proteína de la granola <<no considerada como una buena fuente de proteína>> con otros alimentos que se consumen en el desayuno se puede considerar que se encuentra dentro de valores intermedios.

Algunos de los alimentos que presentan valores de proteínas más bajos que la granola son: una porción de pastel, chocolate con leche, cereal refinado y pan. Equivalentes a la granola en contenido proteico podemos citar el huevo y la leche. Más altos que la granola se reportan la carne magra y una hamburguesa doble con queso, sin embargo, éstos generalmente se consumen durante la comida o la cena (28). Ver anexo 3

Una vez determinada la digestibilidad verdadera (*in vivo*) de la proteína se obtienen valores de proteína digestible que representan el aporte real que hacen las granolas a la dieta; siendo en todos los casos inferior a la proteína cruda, ya que la digestibilidad de la proteína varió de 78.49 de la Ricanola con pasas a 90.41 de la Frutinola, por lo que al hacer la corrección con la digestibilidad correspondiente en cada uno de los casos el aporte de proteína a las Recomendaciones Diarias (IDR) es aún menor (Tabla 3).

En la literatura existen valores de digestibilidad relativa reportados para diferentes alimentos de consumo dentro de los cuales se pueden mencionar los siguientes porcentajes: frijoles 82, maíz 89, trigo entero 90, huevos, leche, queso, carne, pescado 100. Al compararlos con las diferentes granolas analizadas observamos que son similares a los valores antes mencionados (21).

Tabla 3 Aporte de Proteína en Diferentes Marcas de Granola para una Dieta de 2000 Kilocalorías.

Marca	Proteína Cruda %	Proteína Cruda g /30g	% IDR (Proteína Cruda)	Proteína Digestible %	Proteína digest. g/30g	%IDR Proteína digestible
Frutinola	9.49	2.85	3.80	8.58	2.58	3.44
Ricanola con Pasas	9.27	2.78	3.71	7.28	2.18	2.91
Alhelí	14.33	4.29	5.72	12.22	3.66	4.88
Gourmet Granvita	9.78	2.94	3.92	8.75	2.63	3.51
Plus Sr. Natural	10.05	3.02	4.03	8.41	2.53	3.37
Quaker	9.43	2.83	3.77	8.28	2.48	3.31
Fruit & Nut	11.47	3.44	4.59	10.27	3.08	4.11
Nutrisa	7.98	2.39	3.19	6.67	2.00	2.67

Recomendación

75g de proteína para una dieta de 2000 Kilocalorías (32)

Tamaño de la porción 30g* (33)

APORTE DE GRASA A UNA DIETA DE 2000 Kcal

En la Tabla 4 se observa que una porción de cualquiera de las 8 marcas cumplen con lo especificado en la literatura, tanto la grasa total como la grasa saturada que indica no más de 30% de las calorías totales debe provenir de la grasa y no más del 10% de la grasa saturada (26, 51).

La marca que alcanza los porcentajes más altos de grasa total y grasa saturada es la marca Alhelí, dada su composición de ingredientes ya que contiene avena 47.2%, pero es rica en ajonjolí 2.4%, almendras 3.0%, nuez 5.1% y cacahuate 25.0% y la marca que presenta los valores más bajos es la Gourmet Granvita, que contiene principalmente avena 82.7% fruta deshidratada 8.0% y en menor proporción almendras 1.8% y cacahuate 1.4% (Tabla 1), aunque en general todas las marcas cumplen con la recomendación citada.

Al comparar el contenido de grasa total de algunos alimentos que se consumen en el desayuno con la granola encontramos que la mayoría de los que se consumen de rutina contienen cantidades menores de grasa dentro de los cuales podemos citar primeramente a las frutas y vegetales, pan de trigo entero, yogur bajo en grasas, galleta de chocolate con nuez, entre otros. Sin embargo encontramos otros que su contenido de grasa total es más alta que las granolas analizadas, dentro de los cuales podemos citar pastel de queso, aguacate, embutidos, hamburguesa de queso grande (24) . Ver anexo 12

Tabla 4 Aporte de Grasa Total y Grasa Saturada en Diferentes Marcas de Granola para una Dieta de 2000 Kilocalorías.

Marca	Grasa Total g/30g	%IDR	Grasa Saturada g/30g	%IDR
Frutinola	3.63	5.58	0.67	3.35
Ricanola con Pasas	3.93	6.05	0.93	4.65
Alhelí	6.52	10.03	1.39	6.95
Gourmet Granvita	3.09	4.75	0.63	3.15
Plus Sr. Natural	5.21	8.00	1.15	5.75
Quaker	4.70	7.23	1.05	5.25
Fruit & Nut	5.27	8.11	0.82	4.10
Nutrisa	5.23	8.04	1.16	5.80

Recomendación:

Grasa total no más de 65g
Grasa saturada no más de 20g (26, 59)

APORTE DE CARBOHIDRATOS A UNA DIETA DE 2000 Kcal

Según se presenta en la **Tabla 5** el contenido de carbohidratos en una porción de 30g de las diferentes marcas de granola cubre entre el 6 y 7% de la Ingesta Diaria Recomendada que es de 300g de carbohidratos totales por día. (26, 28).

El contenido de carbohidratos (%) de las diferentes marcas fue variable en el rango de 58.20 a 74.83 debido a la presencia de algunos ingredientes como avena, trigo, maíz, pasas, manzana, plátano, papaya deshidratadas y azúcares en sus diferentes presentaciones, principalmente. Al compararlos con alimentos que se consumen en el desayuno encontramos algunos con contenidos de carbohidratos más bajos tales como manzana fresca, mantequilla de cacahuate, papas fritas o hervidas, pan integral, entre otros. Alimentos con contenidos más altos que las granolas podemos mencionar miel, hojuelas de maíz, harina de maíz o trigo por mencionar algunos (21, 28). Ver anexo 5

Tabla 5 Aporte de Carbohidratos Totales de Diferentes Marcas de Granola a una Dieta de 2000 Kilocalorías.

Marca	Carbohidratos totales g/30g	%IDR
Frutinola	21.85	7.28
Ricanola con pasas	21.34	7.11
Alhelí	17.46	5.82
Gourmet Granvita	22.45	7.48
Plus Sr. Natural	19.80	6.60
Quaker	20.09	6.69
Fruit & Nut	18.55	6.18
Nutrisa	19.53	6.51

Recomendación:
No más de 300g/día (59)

CONTENIDO ENERGÉTICO (Kcal/30 g)

En la Tabla 6 se presenta el contenido energético de las diferentes marcas de granola en una porción de 30g del alimento, las cuales son provenientes de la proteína cruda, grasa cruda y carbohidratos totales.

Según los resultados de la tabla se observa en general que a pesar de que la composición de ingredientes es variada entre las diferentes marcas (Tabla 1), la densidad energética aportada por cada una de las diferentes granolas se observa muy uniforme ya que existe una compensación en cuanto a los macronutrientes que aportan el contenido energético. Los valores van desde 127 Kilocalorías de la marca Gourmet Granvita hasta 142 de la marca Alhelí, la cual es la que presenta el mayor contenido energético.

Estos valores apenas cubren entre el 6.35 y 7.10% del total de una dieta de 2000 Kcal, por lo que se puede decir que el aporte calórico de 30 g de granola es bajo. Sin embargo, si se considera una ración de 100 g se superan las 400 Kcal.

En el caso de la marca Gourmet Granvita ésta contiene principalmente avena 82.7%, pasas 3.0% y trigo inflado 6.1%. Sin embargo, en el caso de la marca Alhelí la avena se presenta en menor proporción 47.2% comparada con las otras marcas y se eleva en gran medida el contenido de ajonjolí 2.4%, coco 1.4%, almendras 3.0%, nueces 5.1% y cacahuete 25.0% (Tabla 1).

Por lo anterior es importante mencionar que además del contenido energético total más bajo de la marca Gourmet Granvita, ésta también aporta principalmente las calorías en forma de carbohidratos, y solamente 27 Kilocalorías de grasa por porción, mientras que la marca Alhelí contiene 54 Kilocalorías de grasa por porción.

Tabla 6 Contenido Energético (Kcal/30g) en Diferentes Marcas de Granola

Marca	Proteína		Grasa		Carbohidratos		Total	
	g/30g	Kcal	g/30g	Kcal	Kcal	g/30g	Kcal	% IDR *
Frutinola	3	12	4	36	22	88	136	6.80
Ricanola con Pasas	3	12	4	36	21	84	132	6.60
Alhelí	4	16	6	54	18	72	142	7.10
Gourmet Granvita	3	12	3	27	22	88	127	6.35
Plus Sr. Natural	3	12	5	45	20	80	137	6.85
Quaker	3	12	5	45	20	80	137	6.85
Fruit & Nut	3	12	5	45	19	76	133	6.65
Nutrisa	2	8	5	45	20	80	133	6.65

* Para una dieta de 2000 Kcal/día

CALIDAD DE LA PROTEÍNA

En la **Tabla 7** están reportados valores relacionados con la Calidad de la Proteína. Respecto a los resultados de Digestibilidad (*in vivo*) de la proteína se observan en general altos, lo cual puede ser debido a la combinación de ingredientes en las granolas, las cuales contienen cereales (proteína de no muy buena calidad) más nueces y leguminosas principalmente que al combinarse mejoran en gran medida la calidad de la proteína. Al observar los resultados y compararlos con la caseína (proteína de referencia) la marca que más se acerca a su valor es la Frutinola con una digestibilidad de 90.41 y la de digestibilidad más baja es la marca Ricanola con pasas con un valor de 78.49. Sin embargo al comparar los resultados de las granolas comerciales, en donde los valores de digestibilidad van de 78 a 90% con algunos valores de digestibilidad relativa reportados en la literatura como frijol 82%, maíz 89%, trigo entero 90%, huevo, leche, queso, carne, pescado 100% podemos observar que la combinación de ingredientes en las granolas resulta positiva (21, 35).

Se determinó por cálculo el "Score de Aminoácidos" para cada una de las diferentes marcas de granola utilizando la composición de ingredientes (Tabla 1) y las tablas de composición de alimentos (12) comparando el primer aminoácido limitante con el patrón de referencia de la FAO para niños en edad preescolar (44, 45). Ver Anexo 2

Relacionado con este parámetro se presentan los resultados en la tabla 7 donde se observa que el mejor "Score" lo presentan las marcas Nutrisa y Ricanola con pasas, las cuales contienen dentro de sus componentes una mayor proporción de avena, ajonjolí y nueces (Tabla 1) que al complementarse hacen una proteína más completa en cuanto a composición de aminoácidos, mientras que las marcas Frutinola y Plus Sr. Natural presentan los valores más bajo, siendo éstos 79.31 y 77.59% del patrón de referencia, respectivamente. En las marcas antes mencionadas encontramos además de avena frutas deshidratadas, las cuales no se consideran buena fuente de aminoácidos, por lo que no complementan adecuadamente la proteína de la avena que es el cereal principal (44, 45).

Sin embargo cuando la Digestibilidad de la Proteína se corrige con el Puntaje de Aminoácidos se obtienen los valores incluidos como PDCAAS en la Tabla 7, encontrando que Nutrisa conserva el mejor valor, no así la Ricanola con Pasas que al presentar una baja digestibilidad se iguala con la marca Frutinola y Gourmet Granvita. El valor más bajo, inferior al 70% fue la marca Plus Sr. Natural, por lo que la proteína utilizable en la mayoría de los casos es cercana al 70% de la proteína cruda determinada por el método Kjeldahl (10, 12, 37, 44)

Respecto la Razón Proteínica Neta (NPR) se observan los valores en todos los casos mayores que la caseína utilizada como proteína de referencia. Según el reporte de Chávez (1982) los resultados obtenidos en el estudio son factibles cuando se combinan cereales con leguminosas lo cual hace a la proteína de mejor

calidad ya que se presenta una compensación de aminoácidos esenciales (11).

En una mezcla, una proteína de mala calidad, carente de ciertos aminoácidos esenciales, puede ser suplementada por una buena proteína que contiene los aminoácidos ausentes de la otra a fin de lograr una nutrición adecuada, pero ambas proteínas deben ser suministradas a la vez, ya que el cuerpo tiene una capacidad de almacenamiento muy limitada y todos los aminoácidos se requieren al mismo tiempo para la síntesis de proteína diaria . Así la marca Alhelí presenta el mayor valor de NPR, 2.50 y contiene 35% de nueces y semillas, las cuales presentan mayor contenido de lisina, triptofano y aminoácidos azufrados que los cereales (35, 44)

Tabla 7 Calidad de la Proteína en Diferentes Marcas de Granola

Marca	Digestibilidad de Proteína %	"Score de Aminoácidos	PDCAAS	NPR
Frutinola	90.41	79.31	71.70	2.24
Ricanola con Pasas	78.49	91.38	71.72	2.36
Gourmet Granvita	89.46	81.03	72.49	2.36
Plus Sr. Natural	83.65	77.59	64.90	2.38
Nutrisa	83.64	100.00	83.64	2.27
Alhelí	85.25	39.66	33.81	2.50
Quaker	87.78	**	**	2.14
Fruit & Nut	89.58	**	**	2.17
Caseina	97.80	*	*	2.04

* No determinado

** No determinado por características de la muestra

CALIDAD DE GRASAS

Según lo reportado en la Tabla 8 algunos de los parámetros considerados en la Ley General de Salud (27) para evaluar la calidad de la grasa presente en los alimentos considera la Acidez (expresada como % de Ac. Oleico) y el Índice de Peróxido que indica el grado de rancidez de la grasa.

En los resultados de la Tabla 8 se observa que la acidez va de 0.10 a 0.43% entre las diferentes marcas por lo que rebasan el valor establecido que es de no más de 0.05% (23). Esto puede ser debido a factores tales como mal almacenamiento, manejo, tiempo de almacenamiento de los ingredientes o del producto terminado, o bien del proceso en sí.

En el caso de los resultados del Índice de peróxido se observa que se encuentran entre 5.63 y 22.05; muy por encima de la recomendación que es de no más de 2meq/Kg (23); lo cual puede ser debido al igual que en la acidez a problemas de manejo, almacenamiento, tiempo de vida de los ingredientes o al proceso. A los niveles encontrados no se perciben olores característicos de la rancidez causada por los compuestos volátiles que se forman entre los que podemos encontrar compuestos carbonilo que pueden considerarse los responsables del mal sabor a "rancio", además de hexanal, octanal, nonanal, 2-decenal, 2-undecenal, aldehído-ácido, cetoácidos y dialdehído malónico; sin embargo, si este tipo de productos se consumen de manera frecuente conteniendo

compuestos químicos derivados de la descomposición de las grasas pueden ser dañinos para la salud (1).

Aún a niveles de alteración bajos, los productos de la oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados dan lugar a sabores y olores desagradables, a costa de la desaparición de ácidos grasos esenciales, destrucción de vitaminas liposolubles y algunas hidrosolubles lo que afecta la calidad no solo de la grasa que se consume en el alimento (granola), sino disminuye la calidad total del alimento. (1).

Así, se sabe que el valor nutritivo de las proteínas disminuye cuando se suministra con grasas oxidadas, por pérdida de aminoácidos esenciales. Los grupos $-SH$ son oxidados y los compuestos carbonílicos de las grasas enranciadas reaccionan con los grupos $\epsilon-NH_2$ de la lisina, disminuyendo la digestibilidad y el valor biológico de las proteínas (1).

Los peróxidos son, en general, compuestos tóxicos. Los hidroperóxidos del ácido linoleico son de los más tóxicos que se producen en la alteración de las grasas. En general, alteran las vitaminas y la hemoglobina, inhiben algunas enzimas, oxidan grupos $-SH$ y pueden ejercer una acción mutagénica. También pueden producir lesiones patológicas en el aparato digestivo y se cree que sensibilizan la acción de ciertos agentes carcinógenos.

Las grasas poco oxidadas no causan efectos sobre la ingestión de alimentos y aumento de peso en los animales de laboratorio. Las de contenido alto en peróxidos producen pérdida de apetito, pérdida de peso, alteraciones de diversos órganos y, en casos extremos, la muerte de los animales. Los peróxidos ingeridos se acumulan en los tejidos grasos y son nocivos para las membranas celulares; los tocoferoles, la vitamina C, la cisteína y otros reductores bajan su concentración celular (1).

Es necesario un control más estricto de estos parámetros ya que los peróxidos de las grasas rancias pueden ser en extremo perjudiciales para el organismo humano. Esto se puede lograr una vez en la casa conservándolos en recipientes herméticamente cerrados, oscuros y en lugar seco para conservar la calidad, o bien durante el proceso adicionar antioxidantes tales como BHA o BHT; en caso de que las materias primas aún no presenten indicios de oxidación (1, 27).

Tabla 8 Calidad de la Grasa en Diferentes Marcas de granola

Marca	Grasa Total %	Acidez (% Ac. Oleico)	Índice de Peróxido Meq/Kg
Frutinola	12.09±0.17	0.13±0.000	5.63±0.18
Ricanola con Pasas	13.10±0.08	0.13±0.000	6.63±0.13
Alhell	21.74±0.23	0.33±0.000	5.49±0.08
Gourmet Granvita	10.30±0.05	0.19±0.000	20.36±0.24
Plus Sr. Natural	17.36±0.25	0.43±0.010	22.05±0.28
Quaker	15.68±0.35	0.10±0.002	11.67±0.09
Fruit & Nut	17.56±0.70	0.24±0.004	14.38±0.11
Nutrisa	17.43±0.39	0.20±0.006	6.46±0.18

RELACIÓN GRASA SATURADA/GRASA TOTAL

Otro parámetro de calidad de la grasa es la proporción de grasa saturada/grasa total, esto debido a que se recomienda por diferentes organismos relacionados a la Salud entre ellos La Organización Mundial de la Salud, que el valor de esta relación no sea mayor de 0.30 (50, 59)

En la Tabla 9 se puede observar que la cantidad de grasa total presente en las diferentes marcas de granola y considerando que se recomienda para una dieta de 2000 Kcal una ingesta máxima por día de 65g se encuentra que la marca Alhelí siendo la que presentó el mayor contenido de éste nutrimento aportaría solamente un 10% a ésta recomendación (Tabla 3) pudiendo ingerirse aún en el resto del día 59 g del mismo. Esto es importante ya que alimentos con mayor contenido de grasa ingeridos en el desayuno proporcionarían una ingestión excedida en los siguientes alimentos (más completos); comida y cena (26, 56).

Respecto al contenido de grasa total la marca Alhelí presenta los valores más altos dada su composición de ingredientes, sin embargo, de la grasa total solo una cuarta parte es grasa saturada, las tres cuartas partes restantes son grasas insaturadas, consideradas de buena calidad dentro de la alimentación. Por otro lado las marcas Gourmet Granvita y Ricanola con pasas son las que presentan los valores más bajos de grasa total y una buena proporción de grasa saturada/grasa total, aunque el grado de conservación de la grasa es malo ya que presentan los

valores más altos de Índice de Peróxido (Tabla 7).

Sin embargo, aunque el aporte calórico de las granolas es en buena medida proveniente de las grasas, la mayor parte de ellas (78 a 82%) son insaturadas. Existen reportes en la literatura que indican que los ácidos grasos insaturados ayudan a bajar los niveles de colesterol en la sangre. (1, 35).

Dentro de los problemas relacionados con la grasa en la dieta se ha observado que hay una fuerte evidencia de que un alto contenido de grasas saturadas y no solo el colesterol aumentan la concentración del colesterol sanguíneo y ciertas fracciones de lipoproteínas, ya que las grasas saturadas son particularmente un sustrato adecuado para aumentar la biosíntesis de este esteroide en el hígado. Estos elevados niveles de lípidos sanguíneos parecen estar correlacionados con la incidencia de las enfermedades cardiovasculares (35, 52).

Los ácidos grasos insaturados de las grasas influyen en el colesterol de la sangre y en el depósito de colesterol en la pared arterial (arterosclerosis). Algunas experiencias estadísticas indican que las dietas ricas en ácidos grasos saturados contribuyen a la formación del depósito del colesterol en la capa interna de las arterias, y que una dieta elevada en ácidos poliinsaturados la inhibe (1).

Tabla 9 Grasa Saturada en Diferentes Marcas de Granola

Marca	Grasa Total %	Grasa Saturada %	Grasa sat/ Grasa total
Frutinola	12.09	2.23	0.18
Ricanola con pasas	13.10	3.09	0.24
Alhelí	21.74	4.65	0.21
Gourmet Granvita	10.30	2.11	0.20
Plus Sr. Natural	17.36	3.84	0.22
Quaker	15.68	3.50	0.22
Fruit & Nut	17.56	2.74	0.16
Nutrisa	17.43	3.87	0.22

RELACIÓN CARBOHIDRATOS SIMPLES/CARBOHIDRATOS COMPLEJOS

En la **Tabla 10** se presenta la relación carbohidratos simples/carbohidratos complejos y según las recomendaciones acerca de dicha proporción es que no exceda de 0.20 (USDA), sin embargo, se observa que en todos los casos excepto la marca **Nutrisa** los valores se encuentran por encima de lo recomendado ya que la cantidad de carbohidratos simples es más alta en relación con los carbohidratos complejos de las granolas.

En todas la marcas de granola analizadas se observa que el principal ingrediente en las diferentes marcas es la avena, cereal que aporta principalmente carbohidratos complejos (almidón), sin embargo se observa una alta cantidad de carbohidratos simples debido a que entre los ingredientes encontramos la presencia de frutas deshidratadas, además de diferentes tipos de carbohidratos utilizados en la elaboración de las mismas como lo son: sacarosa, azúcar morena, miel, melaza entre otros y esto hace que se eleve el contenido de azúcares.

De las marcas nacionales analizadas se observa en todos los casos que la relación presenta valores entre el 0.36 y 0.57, excepto la marca **Nutrisa** que presenta un valor de 0.24 y es la más cercana a la recomendación que es de 0.20. La diferencia de está marca respecto a las otras es que solo contiene como fuente de carbohidratos además de avena, pasas (6.4%), en comparación con las otras marcas; que contienen otro tipo de frutas deshidratadas (**Tabla 1**).

Las marcas Quaker y Fruit & Nut son granolas de importación (USA) y según los resultados se observa que presentan las proporciones más altas de la relación carbohidratos simples/carbohidratos complejos, esto debido probablemente al tipo de carbohidratos empleados en la elaboración del producto (área de consumo) o la presencia de mayor cantidad de fruta deshidratada.

Lo recomendable en la dieta de una persona es que el consumo de carbohidratos sea en mayor proporción como carbohidratos complejos que de carbohidratos simples, ya que estos últimos elevan los niveles de glucosa de manera más rápida en el organismo y los carbohidratos complejos son de digestión más lenta por lo que no se presenta el problema antes mencionado, además de contribuir a la formación de caries por la presencia de azúcares simples, los cuales sirven de sustrato para el proceso de fermentación de algunos microorganismos capaces de formar ácidos que dañan el esmalte de las piezas dentales (28, 48).

Hoy en día, se acepta que el consumo de alimentos ricos en carbohidratos constituye una de las causas principales del deterioro dental. La sacarosa es el principal causante debido a que se consume en demasía, pero la glucosa, la fructosa y la lactosa son igualmente potentes como agentes destructores de los dientes, aunque esto es importante solamente si el aseo bucal es deficiente.

Los azúcares por si mismos no atacan los dientes sino que son convertidos

en ácidos por las bacterias estreptocócicas en la boca y éstos atacan y desgastan la superficie dura del esmalte de los dientes. Esto ocurre rápidamente después de haber ingerido alimentos azucarados pero la superficie de los dientes posee alguna capacidad para reparar un ligero desgaste y si transcurre un tiempo suficiente entre los ataques no tiene lugar un daño permanente. Sin embargo, si los sucesivos desgastes se llevan a cabo con demasiada rapidez, se forma una cavidad y el diente queda permanentemente dañado (21)

Tabla 10 Relación Carbohidratos Simples/Carbohidratos Complejos en Granolas Comerciales

Marca	Carbohidratos Simples %	Carbohidratos Complejos %	Carbohidratos Simples/ Carbohidratos Complejos
Frutinola	26.56	46.28	0.57
Ricanola con pasas	23.21	47.93	0.48
Alhelí	15.39	42.81	0.36
Gourmet Granvita	26.96	47.87	0.56
Plus Sr. Natural	21.76	44.24	0.49
Quaker	31.21	35.77	0.87
Fruit & Nut	32.26	29.56	1.09
Nutrisa	12.67	52.42	0.24

ALMIDÓN RESISTENTE

Según los resultados obtenidos en la **Tabla 11** se observa en todas las marcas de granola que hay la presencia de almidón resistente, el cual puede ser o estar presente como almidón física o estructuralmente resistente a la digestión, por ejemplo arroz, cacahuate, etc., formado durante el proceso de horneado de los productos que lo contienen, aunque el grado de formación varía de acuerdo a factores tales como: tipo de alimento, tiempo y temperatura de horneado, entre otros (2, 5, 18, 23, 48).

Respecto al contenido de almidón resistente en otros alimentos encontramos valores que van desde 0.12 en manzana hasta 2.85 en avena, copos gruesos, por lo que podemos concluir que el almidón resistente formado durante el proceso y factores antes mencionados favorecen la formación del mismo (5, 6, 43).

En las muestras analizadas los valores encontrados de almidón resistente van de 1.43 a 1.85, por lo que se puede pensar que el proceso de elaboración de la granola modifica parte del almidón presente para transformarlo en almidón resistente, aunque sería recomendable analizar las materias primas de manera individual y comprobar que el almidón resistente presente no se encuentra de forma natural en las mismas.

Comparando algunos alimentos de consumo en el desayuno con los valores obtenidos en las diferentes marcas de granola respecto al contenido de almidón resistente encontramos los siguientes alimentos con cantidades inferiores: avena copos finos, avena fibra "Oat Bran", pan de trigo francés, trigo integral, salvado de trigo. Similares a la granola en contenido de almidón resistente se pueden mencionar; avena copos finos instantánea, galleta trigo dulce, avena harina "Mac Bits". Alimentos con contenido de almidón resistente más elevado que las granolas se reportan: avena copos gruesos, cereal de maíz "Corn Flakes", harina de maíz amarillo (43, 57). Ver anexo 6

Desde el punto de vista funcional la presencia de almidón resistente se considera un efecto positivo, similar al efecto de la fibra dietética aumentando el paso del alimento por el tracto gastrointestinal, además de disminuir la concentración de algunas sustancias que pueden causar enfermedades como el colesterol y la glucosa disminuyendo el riesgo de contraer enfermedades como las cardiovasculares, y diabetes respectivamente (18).

Otra característica del almidón resistente es que no es absorbido en el intestino delgado de individuos sanos, por lo que no eleva los niveles de glucosa en la sangre además de aportar menor cantidad de calorías a la dieta ya que no es digerido por el organismo (5, 15, 18).

Tabla 11 Almidón Resistente en Diferentes Marcas de Granola

Marca	Almidón Resistente %
Frutinola	1.61
Ricanola con Pasas	1.76
Alhelí	1.85
Gourmet Granvita	1.57
Plus Sr. Natural	1.52
Quaker	1.47
Fruit & Nut	1.43
Nutrisa	1.80

CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos de los análisis tanto fisicoquímicos como biológicos podemos concluir que las granolas aunque de composición química variada son una buena fuente de proteína debido a que la combinación de ingredientes hacen que la calidad se eleve significativamente a diferencia de consumir cada uno de los ingredientes por separado. La calidad de la proteína fue mejor en la marca Frutinola, aunque en general la calidad de todas las marcas analizadas puede considerarse como favorable.

Además de contener cantidades importantes de grasa (algunas marcas) según los resultados obtenidos se puede concluir que las grasas presentes son de buena calidad ya que el mayor porcentaje de las mismas no se encuentran como grasas saturadas (excepto en el coco) que son las causantes de problemas de salud y que la relación grasa saturada/grasa total no rebasa las recomendaciones, por lo tanto y según el fundamento anterior cualquiera de las marcas analizadas puede ser consumida si se considera como un cereal en una porción de 30g/día.

Se encontró que el Índice de peróxidos supera la recomendación de 2 Meq/Kg, por lo que la calidad de la grasa se puede afectar por la rancidez. Se recomienda el uso de antioxidantes.

En relación con la cantidad de almidón resistente se observa que en todos

los casos se encuentra presente debido al tratamiento térmico al que es sometida la granola para obtener las características deseadas y al ser comparadas con otros alimentos se observa que la cantidad formada puede considerarse como buena ya que representa del 50 al 65% del almidón resistente que contiene la avena, por lo que funcionalmente hablando pueden ser todas consideradas como de buena calidad.

Según los resultados relacionados con los azúcares presentes en las granolas estos hacen que sean consideradas como productos altamente energéticos, además de la contribución de la energía de las grasas presentes en las mismas, por lo que energéticamente no es recomendable un consumo alto.

LITERATURA CITADA

1. Adrian,J., J.Potus, A.Poiffait, (2000), **Análisis Nutricional de los Alimentos**, 1ª Impresión, Ed. Acribia, Zaragoza, España. p.p. 3, 191-192, 195-198, 200-202

2. Annison,G. and D.L.Topping, (1994), **Nutritional Role of Resistant Starch Chemical Structure vs Physiological Function**, Annual Review of Nutrition, 14:297-320

3. AOAC, (1985), **Oficial Methods of Análisis**, 10a Edition of the Association of Official Agricultural Chemists, Washington, D.C., USA, p.p. 423-424

4. AOAC (1990), **Oficial Methods of Analysis**,11th of Association of Analytical Chemists, Washington, D.C., U.S.A.

5. Asp,N.G., D.IngerBjörck, D.Jörgen Holm, M.Nyman, M.Siljeström, (1987), **Enzyme Resistant Starch Fractions and Dietary Fibre**, Scandinavian Journal of Gastroenterology (suppl), 129: 29-32

6. Asp,N-G., (1997), **Resistant Starch-an Update on its Physiological Effects**, Advances in Experimental Medicine & Biology, 427:201-210

7. Asp,N-G., J.Tovar and S.Baioliya, (1992), **Determination of Resistant Starch *in vitro* with three different methods, and *in vivo* with a rat model**, *European Journal of Clinical Nutrition*, 46(suppl 2); S117-S119.

8. Badui,S.D., (1996), **Química de los Alimentos, 3ª Reimpresión**, Ed. Alambra, México, p.p. 11

9. Biblioteca Práctica Agrícola y Ganadera, **Práctica de los Cultivos**, Ed. Océano p.p. 81.83

10. Bourges,H., (1996), **Tablas de Composición de Alimentos**, Subdirección de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos, INNSZ, México, p.p. 25-29, 47-55.

11. Chávez,J.F., P.L.Pellet, (1982), **Estudio Sobre una Modificación de los Ensayos Biológicos con Ratas para la Evaluación de la Calidad Proteínica**, Asociación Latinoamericana de Nutrición, Vol XXXII, No. 4: 913-943

12. **Contenido en Aminoácidos de los Alimentos**, Food Policy and Food Science Service, Nutrition División, FAO, Rome, Italy 1981, pp 42-43, 52-53, 60-61, 74-75, 78-81,110-113.

13. Cummings,J.H., E.R.Beatty, S.M.Kingman, S.H.Bingham and H.N.Englyst, (1996), **Digestion and Physiological Properties of Resistant Starch in the Human Large Bowel**, *British Journal of Nutrition*, 75:733-747

14. Daniel,W., (1996), **Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud**, Segunda Reimpresión, Ed. Uthea, México, 39-49

15. Delcour,J.A., R.C.,Eerlingen, (1996), **Analytical Implications of the Classification of Resistant Starch as Dietary Fiber**, *American Association of Cereal Chemists*, 41: 85-86

16. Desrosier,N.N., (1997), **Conservación de Alimentos**, Vigésima Tercera Reimpresión, Ed. C.E.C.S.A., México, p.p. 18, 20, 23, 12, 1

17. Desrosier,N.N., (1997), **Elementos de Tecnología de Alimentos**, Décima Segunda Reimpresión, Ed. C.E.C.S.A., p.p. 6-9, 117-119, 125, 127, 128, 130, 176-179,188, 195, 199, 201, 203-205, 223, 309, 311

18. Englyst H.N., J.H.Cummings, (1990), **Non-Starch Polysaccharides Dietary Fiber and Resistant Starch**, *Advances in Experimental Medicine & Biology*, 270: 205-225

19. Eglyst, H.N., S.M.Kingman, G.J.Hudson, and J.H.Cummings, (1996), **Measurement of Resistant Starch *in vitro* and *in vivo***, *British Journal of Nutrition*, 75, 749-755.

20. Fast, R.B. and Caldewll, E.F., (1990), **Breakfast Cereals and How They are Made**, Published by The American Association of Cereal Chemists, Ing. Minessota, USA, p.p. 15-41, 310-316.

21. Fox,B.A., A.G.,Cameron, (1999), **Ciencia de los Alimentos, Nutrición y Salud**, Tercera Reimpresión, Ed. Limusa, México p.p. 198-199

22. González,B.E., (1999), **Biodisponibilidad de Minerales presentes en los Cereales Tipo Granola que se Comercializan en la Cd. de Monterrey, N.L., México**, Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México, p.p. 44, 47

23. Hoseney,R.C., **Pricipios de Ciencia y Tecnología de los Cereales**, 1ª Edición, Ed. Acribia, Zaragoza, España, p.p. 73, 82, 286

24. Johansson,G-G., M.Siljeström, N-G.Asp, (1984), **Dietary Fibre in Bread and Corresponding Flours-Formation of Resistant Starch During Baking**, *Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 179(1); 24-8

25. Kent, N.L., (1983), **Technology of Cereals**, Third Edition, Pergamon Press, p.p. 144-149.
26. Kurtzweil, P., **Daily Values Encourage Healthy Diet**, US Food and Drug Administration.
27. **Ley General de Salud**, (1997), **Ley de Salud para el Distrito Federal y Disposiciones Complementarias**. Décimo cuarta edición. Editorial Porrúa, México, p.p. 250-255
28. Mahan, K.M., M. T. Arlin, (1995), **Krause Nutrición y Dietoterapia**, 3a Edición, Editorial Interamericana, Mc Graw Hill, México, p.p. 41, 54, 68
29. Margen, S., (1992), **The Wellness Encyclopedia of Food and Nutrition**, Editors of the University of California of Berkley Wellness Letter, p.p. 299-302, 325-328.
30. Montgomery, D.C., (1991), **Diseño y Análisis de Experimentos**, Primera Edición, Grupo Editorial Iberoamérica, México, p.p. 14
31. Muñoz, M., et.al, **Tablas de Valor Nutritivo de los Alimentos de Mayor Consumo en México**, 1ª Edición, Editorial Pax, México, p.p. 315-322.

32. **NOM-051-SCFI-1994, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasadas.**
33. **NOM-086-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Alimentos y Bebidas no Alcohólicas con modificación en su composición. Especificaciones nutrimentales.**
34. **Pellet,P.L., V.R.,Young, (1980), Evaluación Nutricional de Alimentos Proteínicos, Ed. UNU, Tokio, Japón, p.p. XV, XVI, 31, 47, 48, 53, 61, 62**
35. **Potter,N.N., (1978), La Ciencia de los Alimentos, 1ª Impresión, Ed. Harla, México, p.p. 65, 67,71**
36. **Primo, E., (1998), Química de los Alimentos, Primera Reimpresión, Ed. Síntesis, España p.p. 195, 198, 200-202.**
37. **Quintín,S., Tablas de Valores Nutritivos para Cálculos Dietéticos, Ed. Francisco Méndez Cervantes, México, p.p. 23-24**
38. **Saura-Calixto, F., I.Gofí, L.Bravo and E.Mañas, (1993), Resistant Starch in Foods: Modified Method for Dietary Fiber Residues, Journal of Food Science, 58, No. 3, 642-643**

39. Slavin, J., (1994), **Whole Grains and Health: Separating the Wheat from the Chaf**, *Nutrition Today*, Vol 29, No. 4 p.p. 6-11

40. Spiller,G.A., (2000), **Dietary Fiber and Starch: Classification and Measurement**, Ed. CRC Press, Boca Ratón, Florida, p.p. 67, 68 70

42. Vega,S., (1994), **Derivados de Avena en el Mercado de México, D.F., Granolas**, XXV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, México.

43. Wenzel,E, F.M.Lajolo, (2000), **Contenido en Fibra Dietética y Almidón Resistente en Alimentos y Productos Iberoamericanos**, Ed. Docuprint, Sao Paulo Brasil, pp 95-99.

44. Young,V.R., P.L.Pellet, (1994), **Plant Proteins in Relation to Human Protein and Amin Acid Nutrition**, *American Journal Clinical Nutrition*, 59 (suppl): 1203S-1212S

45. Young,V.R., P.L.Pellet, (1991), **Protein Evaluation, Amino Acid Scoring and the Food and Drug Administration's Proposed Food Labeling Regulations**, *Journal Nutrition*, 121:145-150

46. Young, V.R., P.L. Pellet, (1987), **Protein Intake and Requirements with Reference to Diet and Health**, *American Journal of Clinical Nutrition*, 45(5 suppl): 1323-43

LITERATURA CITADA
CONSULTAS EN INTERNET

47. <http://exp.hispeed.com/flair/ffe16295.htm>

Asp, N-G, (F-FE; 162/95), **Resistant Starch-Consumers Take Note**, Chemical Centre, Applied Nutrition, Lund University, Fax +46 46 10 45 32.

48. <http://exp.interspeed.net>

Contact Prof N.G.Asp, Lund University, Chemical Centre, Applied Nutrition, Box 124, S-22100 Lund, Sweden, Tel: 46-46-10-83-04

Applied Nutrition and Food Chemistry (<http://www.inl.lth.se/>)

49. <http://gateway2.ovid.com/ovidweb.cgi>

Liu, S., J.E.Manson, M.J.Stampfer, K.Rexrode, F.B.Hu, E.B.Rimm, W.C.Willett, (2000), **Whole Grain Consumption and Risk of Ischemic Stroke in Women: A Prospective Study**, Journal of the American Medical Association; 284 (12) 1534-1540.

50. <http://vm.cfsan.fda.gov/~dms/dfatout.html>

Kurtzweil, P., (1996), **Taking the Fat Out of Food**, Center for Food Safety and Applied Nutrition, US Food and Drug Administration.

51. <http://vm.cfsan.fda.gov/~dms/fdpymid.htm>

Salto, E., (1993), The Food Pyramid-Food Label Connection, US Food and Drug Administration.

52. <http://www.cottonseed.com/guidetoedibleoils/spanish/nutrition.htm>

Salud y Nutrición, National Cottonseed Products Association.

53. <http://www.dnn.csiro.ad/prstarch.html>

CSIRO, División of Human Nutrition, (1997).

54. <http://www.fao.org/docrep/U5900t/u5900t07.htm>

Boutrif, E., Recent Developments in Protein Quality Evaluation, Office of Food Quality and Consumer Protection Group, Food Policy and Nutrition Division, FAO, Rome.

55. <http://www.fao.org/docrep/W8079E/w8079e0i.htm>

Dietary Fibre and Resistant Starch Analysis

56. <http://www.fda.gov/fdac/special/foodlabel/dvs.html>

Kurtzweil, P., "Daily Values" Encourage Healthy Diet, US Food and Drug Administration.

57. <http://www.goodmanfielder.com.au/dir065/G...teed+-+Resistant+Starch+-+The+Vital+Fibre>

Pag.Goodman Fielder, Resistant Starch- The Vital Fibre

58. <http://www.nationalstarch.com/notes/corpnews/228e.htm>

White F., New Resistant Starch, New Product Introductions,
fred.white@nstarch.com

59. <http://www.nutribase.com/dvalues.shtml>

www.nutribase.com

60. <http://www.opta-food.com/access/fstn.html>

(1998) webmaster@opta-food.com

61. <http://www.opta-food.com/access/starch.html>

Haralampu,S., Physiological Effects of Resistant Starch, Opta Food
Ingredients, sharalampu@opta-food.com

62. <http://www.unu.edu/unupress/unupbooks/80129e/80129E07.htm>

Evaluation of Protein Quality in Experimentals Animals.