

300617

7  
Dej



# UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA  
Incorporada a la U. N. A. M.

## NUTRICION POR PROGRAMACION LINEAL MEDIO NECESARIO EN EL VIGOR NACIONAL

TEISIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**TESIS PROFESIONAL**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
( AREA PRINCIPAL INGENIERIA INDUSTRIAL )  
P R E S E N T A

**ADOLFO JORGE DE LA RIVA MORALES**

MEXICO, D. F.

1985



Universidad Nacional  
Autónoma de México

UNAM



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

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

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

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

---

---

## CONTENIDO

---

---

### Introducción

### Capítulo 1 CLASIFICACION DE LOS ALIMENTOS

1.1 Alimentos Completos 1.2 Alimentos energéticos  
1.3 Alimentos Incompletos 1.4 utilización de los alimentos  
1.41 Metabolismo basal 1.42 Instrumentos de medición  
1.43 Metabolismo de las Proteínas 1.431 Sintetización de la Proteína  
1.432 el Cociente Respiratorio 1.433 el Equilibrio de Nitrogeno en el Organismo  
1.44 Metabolismo de los hidratos de Carbono 1.441 función de los Hidratos de Carbono en la Nutrición.  
1.45 Metabolismo de las Grasas 1.46 La Acción Dinamica específica del Alimento en el Organismo  
TABLA GRUPOS DE ALIMENTOS (1.1 y 1.2)

### Capítulo 2 SUBSTANCIAS FUNDAMENTALES

2.1 Proteínas, Crecimiento y Construcción 2.2 Proteína para reparar  
2.3 Calidad de la Proteína 2.4 Proteína y Constitución  
2.5 hidratos de Carbono 2.6 Las Grasas  
2.7 el Agua y los Minerales 2.8 Las Vitaminas  
TABLAS DE VALOR NUTRITIVO DE LOS ALIMENTOS

### Capítulo 3 REQUERIMIENTOS CALORICOS EN LOS SECTORES LABORALES

3.1 Necesidad de Combustible en el Organismo 3.2 Área Superficial  
3.3 Proporción Metabólica basal TABLA y FORMULA  
3.4 La energía Liberada en el ejercicio y trabajo 3.5 incremento del Coste Digestivo  
TABLAS DE OCUPACIONES DOMESTICAS Y AGRICOLAS, INDUSTRIALES Y EJERCICIO FISICO  
3.6 Kilojoules en las fórmulas de Dobois y Harris-Benedict  
3.7 Cálculo de Metabolismo basal (MODELO)  
3.8 Cálculo de energía Liberada (MODELO)  
3.9 Adición del Coste Digestivo (MODELO)

### Capítulo 4 PROGRAMACION LINEAL Y REGIMENES DE ALIMENTACION

ELABORACION DE DIETAS 4.1 Obtención del Gasto de energía Promedio  
4.2 Selección de los Alimentos 4.3 Obtención de valores Nutritivos de los Alimentos  
4.4 Selección del Objetivo a Optimizarse  
4.5 Estructuración de la matriz Nutricional (METODO SIMPLEX)  
4.6 Resultados en Práctica

### Capítulo 5 BENEFICIOS ECONOMICOS Y UTILIDAD SOCIAL DE UN PAIS BIEN NUTRIDO

5.1 Beneficios económicos 5.2 utilidad Social 5.3 Propósito de Incrementar la Producción

### CONCLUSION Y BIBLIOGRAFIA

## INTRODUCCION

De los 76 millones de mexicanos, 30 millones sufren desnutrición; otros treinta millones presentan una tendencia acentuada al cambio de hábitos alimenticios y 16 millones tienen una dieta desequilibrada por el excesivo consumo de alimentos de origen animal y productos con nulo valor nutritivo.

Los anteriores datos aparecen publicados en un informe elaborado por la Compañía Nacional de Subsistencias Populares, organismo paraestatal.

Puesto que el principal aparato que moviliza una empresa es el trabajo del hombre, es necesario que su ente de características biológicas, psicológicas y sociales, entre en un orbital armónico capaz de motivar un desplazamiento de sentimientos negativos, favoreciendo la positividad en favor de una mayor productividad dentro de su empresa, de su núcleo familiar, de su comunidad, etc..

Una opción a ésta entrada es la aplicación de las ciencias exactas o cuasiexactas.

La programación lineal es una alternativa y útil medio matemático para lograr un orden dentro de las características biológicas del hombre mejorando sus hábitos alimenticios, favoreciendo el desempeño en sus actividades físicas y mentales, conservando el organismo en la mejor de las condiciones de salud, equilibrando la cantidad y la calidad de su trabajo después de que en el comedor de la empresa ( de su casa, del establecimiento, del local, etc. ) se han preocupado por ofrecerle el mejor régimen alimentario que le produzca la mejor sensación de bienestar y le proporcione los mejores elementos nutricionales para realizar un óptimo desempeño de sus actividades diarias y cotidianas.

El problema es transformar, el estado inicial de un individuo desnutrido e ineficiente en su actividad, en un individuo productivo, eficiente y nutrido, vía un adecuado suministro de nutrientes.

CAPITULO 1

CLASIFICACION DE LOS ALIMENTOS :

Según la función que desempeñan en el organismo, las sustancias alimenticias-es decir, los alimentos- se dividen en completas, cuando al mismo tiempo generan materia y energía, e incompletas si solo producen una de ambas. Para que un alimento sea completo ES NECESARIO QUE CONTIENGA PROTEINAS ( sustancias nitrogenadas ); hidratos de carbono ( azúcares, almidones) ; grasas (aceites) y minerales (calcio, fósforo, yodo, etc.).

Uno de los alimentos completos es la leche, cuya composición, en porcentaje, es la siguiente;

Agua .....	85%
Hidratos de Carbono .....	4.5%
Grasas .....	3.7%
Proteínas .....	2.1%
Vitaminas .....	3.1%
Minerales .....	1.0%

Los alimentos se clasifican en: agua; en minerales, como: el cloruro de sodio, los fosfatos, etc. ; en vegetales, como las frutas, legumbres y cereales; y en animales, como la carne, la leche y los huevos. El consumo de alimentos exclusivamente vegetales presenta inconvenientes, porque sus proteí-

nas no son tan nutritivas como las animales, y además, se digieren más difícilmente, aparte de que tienen mayor cantidad de residuos. El régimen puramente carnívoro no es tampoco recomendable, especialmente en los casos de obesidad y sustrimientos gastrointestinales; lo más conveniente es optar por una combinación de ambos.

### 1.1 Alimentos Completos

Ya dijimos que para que un alimento sea completo debe de tener una integración de las cinco sustancias fundamentales. Dentro de este grupo están todas las clases de leche, como son :

- a) La leche condensada
- b) La leche evaporada
- c) La leche en polvo
- d) La leche complementada
- e) La leche descremada

Estos son algunos ejemplos de alimento completos que reúnen ciertas cantidades de las sustancias fundamentales.

### 1.2 Alimentos Energéticos

Sabemos que muchos de los más son mezclas de nutrientes, y que algunos alimentos contienen más proteínas que otros. De la misma manera hay alimentos que contienen más carbohidratos que grasas, ó , grasas que carbohidratos, o, más carbohidratos o grasas que otros.

Estos alimentos se clasifican así, como alimentos energéticos, porque contienen mucha cantidad de hidratos de carbono

o grasas, y de esta manera podrán proporcionar mayor cantidad de energía al organismo, que ningún otro alimento.

En la tabla enlistamos una serie de alimentos con estas características, que tienen una cierta cantidad de energía por cada 100g. de peso.

Por ejemplo un gramo de grasa pura nos proporciona 9 kcal. (38 kjoule) de energía, y un gramo de proteína, y un gramo de grasa, cada una nos proporciona 4 kcal (17 kjoule) de energía. Sin embargo después de dicho esto las proteínas no deben de ser tomadas como un alimento energético, porque las proteínas se queman con la energía que generan los carbohidratos; principalmente; y las grasas.

#### Tabla

##### GRASAS Y ACEITES

Aceite para cocinar, aceite de palma, aceite de nuez ...	3.7 Mj
Manteca, grasa animal, grasa para cocinar .....	3.5 Mj
Mantequilla y margarina .....	3.0 Mj

##### HIDRATOS DE CARBONO

Harina blanca .....	1.52 Mj
Azúcar .....	1.62 Mj
Miel .....	1.41 Mj



Podemos apreciar que algunos alimentos tienen mucha más energía que otros. Obtenemos mayor energía de el azúcar que de la miel. Las grasas y los aceites son alimentos que proporcionan gran cantidad de energía. Pero son alimentos muy caros y de muy poca atracción para su ingestión. Por lo regular se utilizan para freír, cocinar y aderezar otros alimentos. Para proporcionar la mayor energía de desgaste en el organismo estos alimentos suelen suplirse por los carbohidratos.

Este tipo de alimentos carecen de aminoácidos fuente necesaria en la reparación y construcción de los tejidos. Por ejemplo, si un niño únicamente se alimentase a base de papas, conseguiría energía para jugar y moverse pero no para desarrollarse, esto es tener una reparación y reconstrucción celular.

### 1.3 Alimentos Incompletos

A este grupo pertenecen la gran mayoría de los alimentos que nosotros comemos. El hecho de que se les nombre de esa manera no significa que sean alimentos de nulo contenido nutricional. Se suelen clasificar así, porque tienen algunas deficiencias en sus componentes nutritivos, ya sea, deficiencias de algunos minerales, vitaminas, etc..

Pero para poder mejor entender de que nos sirve conocer esta clasificación veamos como se utilizan los alimentos en el organismo en las siguientes secciones.

#### 1.4 UTILIZACION DE LOS ALIMENTOS

##### 1.4.1 metabolismo Basal

El animal de sangre caliente gasta energía obtenida en su comida en mantener la temperatura de su cuerpo, en el trabajo mecánico, en las actividades funcionales de varios órganos e intercambio eléctrico, y tal vez en modos aún desconocidos. La energía gastada en los intercambios químicos se llama metabolismo. Estas reacciones aunque complejas por su naturaleza, son, al final, oxidaciones, y su suma total viene expresada por las cantidades de oxígeno gastado y dióxido de carbono liberado. Este cambio de energía, que es comúnmente expresado en unidades de calor (calorías o joules), producidas por hora o por veinticuatro horas, es proporcional al área superficial del cuerpo, o mejor dicho, a otro factor más fundamental: a la masa protoplasmática, la cual a su vez es proporcional al área superficial.

Cuando el cuerpo se halla en reposo completo y sin la influencia estimulante del alimento, la producción de energía esta reducida al mínimo. A esto se llama metabolismo basal, y de él parten todas las suposiciones acerca de las

necesidades nutritivas del hombre. Sin embargo, debemos añadir que el metabolismo basal, como todos los demás fenómenos biológicos, es variable. Es notablemente iijo en condiciones normales, pero no avanza a una velocidad obtenible. Un buen ejemplo se puede ver durante una infra alimentación prolongada, pues en este tiempo, el animal, en un esfuerzo para conservar sus recursos, reduce su gasto de energía a un nivel muy inferior. Un pequeño grado ocurre esto durante el sueño. más, por la costumbre y con la clara comprensión de sus límites, el término metabolismo basal sigue siendo el aceptado.

rara las mismas especies y bajo condiciones idénticas, la relación metabólica basal muestra- con raras excepciones- una notable constancia. Entre las edades de veinte a cincuenta años, por ejemplo, la relación por metro cuadrado de superficie corpórea para hombres de una estatura normal, se ha encontrado de un valor aproximado de 39.7 cal. ; para mujeres, la relación es aun débilmente menor: 36.9 cal.. Hay algunas personas, aparentemente normales, cuyo metabolismo basal se desvía en un grado inusitado del normal, y del estudio de tales personas conel material de la clínica Mayo han construido una gráfica figura 1 capítulo tres.

La temperatura tiene poco o ningún valor, esto es la temperatura ambiental tiene poco efecto, hasta que se alcanza un grado muy bajo, con temblor y tono muscular elevado; al llegar a este punto el metabolismo aumenta sensiblemente. Un clima cálido retarda la velocidad metabólica, tal vez hasta un 10 por 100.

También, el efecto racial hace cambiar el metabolismo de la persona estudiada, pero esto en gran parte se debe al tipo de dieta del individuo. Los nativos de Australia y de ciertas partes de la India y Siria muestran un metabolismo basal bajo. Comparada con la velocidad metabólica de los Americanos, la de los Chinos es debilmente menor, mientras que la de los japoneses es aproximadamente la misma. Aparentemente, a estas variaciones no puede dárseles gran importancia, no hay superioridad racial particular que pueda ser considerada en un término medio de metabolismo superior, ni inferioridad en un término mas bajo.

De los varios métodos proyectados para apreciar el área superficial, el generalmente empleado es el de Dubois, basado en su fórmula de altura y peso, a causa de su mayor exactitud y estudiado en el capítulo 3.

#### 1.42 Instrumentos de medición

El metabolismo se puede medir y con un alto grado de exactitud por el calorímetro directamente.

El calorímetro es un aparato que determina el calor producido, el oxígeno consumido, y el dióxido de carbono y agua liberados. La orina y las heces excretadas durante el período de observación pueden también ser recogidas para el análisis. La mayor exactitud del aparato se ha obtenido en el moderno calorímetro respiratorio Atwater-Rosa-Benedict. Su exactitud es tal que el menor movimiento de la persona es registrado dentro del aparato en una mayor producción de calor. Por medio de las cifras obtenidas con este aparato se puede ejercer una vigilancia sobre los cambios químicos que han tenido lugar en el cuerpo.

Para fines clínicos se ha ideado otras formas más sencillas de calorímetro. Estos aparatos miden el oxígeno gastado y dióxido de carbono eliminado, o miden solamente el consumo de oxígeno y entonces, por calorimetría indirecta, calculan el cambio de la velocidad del cambio química. Uno de los más antiguos es el espirómetro de Tissot, que permite presentar muestras y analizar el aire expirado. En manos hábiles, es muy exacto; pero es poco usado.

#### 1.43 Metabolismo de las Proteínas

La descomponen las proteínas en el estómago la pepsina y el ácido clorhídrico, en proteosas y peptonas, las cuales, en el intestino delgado, son rebajadas por la tripsina a polipéptidos, y finalmente por la erepsina en aminoácidos.

se reconocen alrededor de veintidós aminoácidos. Muchas proteínas los contienen en su totalidad, pero otras, como la gelatina, carecen de ciertos aminoácidos esenciales, y por esto se clasifican como incompletas; los aminoácidos son absorbidos en el tramo intestinal, y circulando como tales en la sangre, son llevadas a las células del cuerpo. Aquí se resintetizan para formar proteína corporal o para producir hormonas y otras secreciones, o se descomponen para suministrar energía. En esta destrucción del aminoácido, una parte se convierte en dextrosa y otra parte- la que lleva el nitrógeno- se somete a transformaciones, cuyo resultado final es producir urea.

La cantidad de dextrosa que un aminoácido es capaz de producir así, depende de su estructura. Algunos aminoácidos, en su mayoría los ácidos de cadena directa con menos de seis átomos de carbono, tales como, por ejemplo, el ácido aminoacético y alanina, permiten que todos sus átomos de carbono entren en la formación de dextrosa, mientras que en otros se da esta capacidad a unos pocos de tales átomos de carbono. En relación con esto es utilizable el siguiente hecho en el reconocimiento del metabolismo: un gramo del nitrógeno urinario, que resulta del metabolismo de 6.25g. de proteína de carne, se acompaña en la orina de un animal

completamente diabético o iloricinizado, por 6.35g. de dextrosa, lo cual apoya la conclusión de que 6.25g. de proteína de carne metabolizada son capaces de producir 3.65g. de dextrosa, o sea 58 por 100. La dextrosa así formada, en el metabolismo intermedio de proteínas se comporta exactamente igual que el obtenido de otras fuentes. Esta oxidado para la producción de energía, y por otra parte es objeto de los mismos procesos metabólicos.

El aminoácido pierde su fracción portadora de nitrógeno por el proceso conocido de desaminación. Se cree que esta amino-raíz se convierte primeramente en amoníaco, después en carbonato amónico y, finalmente, en urea.

Los experimentos de mann, de extirpación de hígado, indicaron que la desaminación tiene lugar solamente en el hígado, pero observaciones mas recientes señalan que la corteza de los riñones y otros órganos tiene también una función desaminizadora. En virtud de su gran tamaño, empero, el hígado puede seguir siendo considerado como el mas importante órgano desaminizador.

#### 1.431 Sintetización de la proteína

El valor de una proteína como alimento viene **determinado** por la cantidad de aminoácidos que pueda suministrar; ahora bien, para transformarse en proteínas propias del organismo animal se necesitan, en cantidades específicas, cier-

tos aminoácidos. Los que no se necesitan son desechados, lo cual explica la dificultad de mantener el equilibrio de nitrógeno con pequeñas cantidades de proteínas. Es cierto que algunos de estos aminoácidos se pueden sintetizar a partir de precursores, ya del cuerpo; pero esto se refiere solamente a los ácidos más simples, tales como ácido aminoacético, alanina, y argirina, no a los cuerpos más complejos, tales como cistina, tirosina e histidina. Esta última tiene que ser suministrada por las proteínas del alimento. Aquellas proteínas que son deficientes en aminoácidos, de las cuales la gelatina es un importante ejemplo, no bastarán para mantener el equilibrio de nitrógeno, pero de una manera limitada actuarán como economizadores de proteínas. Experimentos de nutrición han mostrado que la gelatina ahorra una pequeña cantidad de proteína en un régimen proteínico escaso, hasta reducir la pérdida de tejido en un 38 por 100. En cambio, cuando el metabolismo de proteínas ha sido reducido al mínimo nivel, o nivel de usura, es probable que esta proteína incompleta no ejerza ningún poder nutritivo. Pero si los tres aminoácidos que faltan, cistina, tirosina, y triptófano, le son añadidos en las convenientes cantidades, la mezcla es susceptible de preservar el total equilibrio de nitrógeno. Luego, es evidente que pa-



ra compensar la carencia de proteínas y para formar nuevos tejidos, el cuerpo debe recibir de sus alimentos proteínicos un suministro completo de aminoácidos.

Al que el cuerpo, en caso de necesidad, puede utilizar algunos órganos menos importantes y metabolizar los aminoácidos así obtenidos para mantener la integridad o favorecer el desarrollo de otros órganos, se prueba por el comportamiento del salmón, en el que durante un cierto período de inactividad, coincidente con su actividad reproductiva, los órganos regeneradores se desarrollan a expensas de los músculos.

#### 1.432 El cociente respiratorio

Una exacta determinación del metabolismo de una persona durante un período dado exige el conocimiento de lo siguiente: 1., el volumen del oxígeno consumido; 2., el volumen del dióxido de carbono eliminado; y 3., la cantidad de nitrógeno excretado en la orina. La relación entre los dos primeros volúmenes de  $\text{CO}_2$  producido/volumen de  $\text{O}_2$  gastado, da el coeficiente respiratorio. La cantidad producida o gastada de cada uno de estos gases depende de la clase de materia alimenticia metabolizada y, por lo tanto, teniendo en cuenta el nitrógeno excretado por la orina, este coeficiente nos dará con gran exactitud la cantidad de cada materia alimenticia, hidratos de carbono, proteínas y grasas que se han destruido.

### 1.433 El equilibrio de nitrógeno en el Organismo

Si la cantidad de nitrógeno ingerida por una persona iguala a la que excreta, se dice que esta en equilibrio de nitrógeno. Pero si las proteínas de su alimento no proporcionan suficiente nitrógeno para cubrir las pérdidas de éste en excrementos y orina, entonces está en equilibrio negativo. Si a causa del crecimiento y mayor desarrollo de los músculos la acumulación en el cuerpo de proteína depositada, o en la convalecencia después de enfermedad o debilidad su ingestión excede a su expulsión, entonces se halla en equilibrio positivo de nitrógeno. El mantenimiento del equilibrio de nitrógeno se une de las primeras exigencias de una dieta adecuada.

La experiencia ha demostrado que, bajo condiciones favorables, un hombre de 70 kilogramos que come una mezcla óptima de hidratos de carbono y grasas, necesitará para un equilibrio de nitrógeno unos 40 gramos de proteínas diarios (de 220 a 320g. de carne diarios). Si aun esta cantidad no puede ser tomada como óptima, pues lo mínimo y lo óptimo, aplicado a la dieta, son raras veces sinónimos.

Para la obtención del equilibrio nitrogenado no es necesario una proporción fija de las materias alimenticias, pues un animal alimentado con una ración subcalórica tal que cau-

saba una apreciable pérdida de grasas corporales, conservó el equilibrio nitrogenado gracias a una abundante alimentación proteínica. Es importante tanto este ejemplo, con vistas a la dieta de obesidad. El problema de proteínas es grave en nuestro país en la zona rural.

La proteína se almacena para fines de reserva probablemente en el hígado y tejidos subcutáneos. Se ha encontrado que un hombre normal puede almacenar hasta 2 kg. de proteínas, lo que con el agua retenida simultáneamente puede aumentar hasta 7.7 kg. el peso del cuerpo. Por otra parte ninguna de las proteínas del hígado pueden ser consideradas solamente como proteínas de reserva o de inclusión celular, y que todas las proteínas participan en igual función de almacenamiento.

#### 1.44 Metabolismo DE Los Hidratos De Carbono

Después que los almidones del alimento han sido hidrolizados a disacáridos, en parte por la amilasa de las glándulas salivales, y más completamente por un fermento similar del páncreas, estos azúcares son descompuestos a monosacáridos por fermentos adecuados del succus entericus. En el último proceso, la maltosa se divide en dos moléculas de dextrosa, la sacarosa a su vez en dextrosa y fructosa, y la lactosa que se divide en dextrosa y galactosa.

Poco o ningún azúcar es absorbido en el estómago, siendo todo absorbido, excepto una pequeña cantidad, por el intestino. Por lo general se puede decir que los disacáridos son absorbidos con bastante lentitud, y los monosacáridos mas rápidamente. Entre los últimos la galactosa es absorbida mas rápidamente, la dextrosa menos y la fructosa bastante menos. Se ha dado la explicación de estos aceptando que la absorción de dextrosa y galactosa se efectúa por procesos activos de las células vellosas intestinales, mientras que la de otros azúcares se lleva a cabo por simple difusión. La dextrosa es el monosacárido mas importante. Después de la absorción es sintetizado en su anhídrido glucógeno, y en esta forma es almacenado en el cuerpo ; más tarde, según las necesidades de combustible de los músculos, se convierte otra vez en dextrosa. El camino exacto por el cual tiene que pasar, antes de ser finalmente reducido a dióxido de carbono y agua, no se conoce definitivamente, pero parece que en este proceso se forma metilglioxal y , finalmente, ácido acético.

Se cree generalmente que la dextrosa es el único azúcar que oxidan las células musculares. Esto supone que la galactosa y fructuosa primero se convierten en dextrosa, después de lo cual su metabolismo es idéntico al últimamente nombrado. Posteriormente se ha demostrado que los tres siguen diferente camino.

#### 1.441 Función de los hidratos de Carbono en la nutrición

La más importante función de los hidratos de carbono en la nutrición es la de suministrar la energía para la contracción de los músculos y para otros fines. Es el material alimenticio que se oxida más rápidamente, y bajo condiciones normales proporciona dos tercios de la energía humana aproximadamente. Si los hidratos de carbono no son aprovechados, el cuerpo, después de vaciar sus depósitos de glucógeno, desdobla su propia molécula proteínica de los tejidos, parte de la cual ( un 58 por 100 ) se convierte en dextrosa. Esta dextrosa se emplea en primer lugar para la producción de calor o energía muscular, pero puede ser almacenada también como glucógeno.

Otra función importante de los hidratos de carbono es el poder de reducir el metabolismo de las proteínas. Si un animal solo vive solo de un alimento nitrogenado, necesitará para dicho equilibrio tres veces y media más proteínas que las que serían metabolizadas durante el reposo; pero si se añaden a la dieta hidratos de carbono, se reducirá grandemente la cantidad de carne necesaria: el metabolismo basal de proteínas observado en fase de reposo puede llegar a un nivel inferior por la ingestión de hidratos de carbono.

Lusk cita los experimentos de alimentación de Landergren, en los cuales se administran alimentos consistentes en su

mayor parte en hidratos de carbono y grasas, con una pequeña cantidad de proteínas, lo cual causa un estado llamado "hambre de nitrógeno específico". La excreción de nitrógeno urinario de estos sujetos, que durante el proceso fué de 10g. diarios, fué así reducida, por la influencia protectora de los hidratos de carbono y las grasas, a unos 4g. diarios. Por una maniobra dietética, se alcanzó la excreción diaria extraordinariamente baja de 1.58g. de nitrógeno urinario. La ingestión de grasas no tiene tal influencia, pues este alimento no reducirá la excreción de nitrógeno por debajo de la cantidad excretada en estado de reposo. De gran influencia en el ahorro de proteínas es una mezcla de hidratos de carbono y grasas, en la cual por lo menos la mitad de la energía es suministrada por los primeros. Así se ve que cuando el alimento consiste en su mayor parte en hidratos de carbono, se puede obtener un nivel muy inferior de metabolismo de proteínas del que se experimentan cuando la dieta es de proteínas o grasas solas o combinadas.

#### 1.45 Metabolismo de las Grasas

Las grasas de los alimentos des pués de haber sufrido la emulsión y descomposición en los intestinos, son absorbidas como ácidos grasos y glicerina. Estos elementos son inmediatamente resintetizados en las células vellosas intestinales en fosfolípidos y grasas neutras, lo cual se cumple aparentemente bajo la acción de la adrenalina.

Sin esta hormona se dice que tiene lugar la difusión de los ácidos grasos en las células, pero que no son sintetizados en grasas neutras. La grasa nuevamente formada toma las características de la grasa de los cuerpos animales, aunque si se injieren excesivas cantidades pueden mantener su carácter de origen. un 60% de la grasa absorbida aparece en la linfa del conducto torácico.

La cantidad de grasas que un hombre puede metabolizar viene determinada por la cantidad de hidratos de carbono que simultáneamente oxida, pues "las grasas se queman en el fuego de los hidratos de carbono". Ha sido calculado que la oxidación de una molécula de dextrosa da facilidad para la oxidación de una molécula de ácido graso, o considerando sus pesos moleculares respectivos, un gramo de dextrosa proporciona el metabolismo de 1.5g. de ácido graso. Hasta que esta cantidad de dextrosa sea oxidada, la destrucción de grasas no pasa mas halla del ácido beta oxibutírico y resultados de quetosis; el fuego despidе humo.

El hígado juega un papel importante en el metabolismo de las grasas. Después de una dieta rica en grasas, la acumulación de grasas neutras y esterés de colesterol es mucho mayor en el hígado que en cualquier otra parte.

Estas constituyen almacenamientos de reserva que son capaces de ser empleados inmediatamente.

En el hígado sin embargo, parece existir como una especie de antagonismo entre el almacenamiento de grasas y glucógeno, pues cuando hay grandes reservas del último como resultado de una alimentación de hidratos de carbono, el contenido de grasas disminuye. El hígado es también el lugar de formación de los cuerpos cetónicos, por lo que esta víscera es de gran importancia en el metabolismo de las grasas. Las grasas del cuerpo humano y sustancias relacionadas con él son: a) las verdaderas grasas y aceites, que son triglicéridos de los ácidos grasos, oleico palmítico, y esteárico; b) los lípidos, que son compuestos de ácidos grasos con solo nitrógeno y fósforo; c) colesterol, y d) ésteres de colesterol. Las verdaderas grasas se encuentran en mayor o menor cantidad en los tejidos intersticiales y en todos los tejidos, excepto el cerebro. Los fosfolípidos según se cree, forman un constituyente de todas las células del cuerpo. Como que la cantidad de un fosfolípido en un órgano particular de una especie dada es siempre constante, hasta en la inanición, se supone que forman parte integral de la estructura celular, y por ello han recibido el nombre de elemento constante. El colesterol es también un constituyente esencial de los líquidos y células del cuerpo. Estructuralmente está estrechamente relacionado con la vitamina D. Se supone que es la sustancia



madre de ciertas hormonas y otras estructuras fisiológicamente importantes. Probablemente puede ser sintetizada en el cuerpo animal.

A las grasas como constituyentes de la dieta, se les atribuía solamente un valor calorífico, ahorrando hidratos de carbono, y , hasta un cierto límite, ahorrando proteínas. Se debe reiterar, sin embargo, no son tan efectivas en el ahorro de proteínas como lo son los hidratos de carbono, y que la vida no es posible solamente alimentándose de grasas solamente. El valor de las grasas va más allá. La **gestión** de un niño no se hará normalmente, a no ser que el alimento contenga la cantidad indispensable de grasas; se ha demostrado que independientemente del suministro de vitaminas, aparecen lesiones renales y otras demostraciones de enfermedad en ratas alimentadas con una dieta sin grasas. Otros investigadores han confirmado ampliamente estas observaciones. Evans y sus colaboradores encontraron además que la gestación y la lactancia en estos animales era imposible y que cuando la dieta era carente de carne ocurría la esterilidad del macho. Estas alteraciones se podían evitar añadiendo a la dieta ciertos esenciales ácidos grasos. Se sostiene la hipótesis que cuando la dieta es carente de grasas no se pueden sintetizar cantidades apreciables de ácidos grasos en animales de sangre caliente, no saturados, y creen que las dietas abundantes en hidratos de carbono y prote-

ñas, debido a su pobreza de aceites no saturados, son contribuyentes a las enfermedades.

#### 1.46 La Acción Dinámica Específica del Alimento

Si un animal con un metabolismo basal de 100 Cal. diarias recibe esta cantidad de alimento en forma de proteínas, el estímulo de su metabolismo será tal que se elevará a 130 Cal.. Este estímulo que una materia alimenticia da al metabolismo, se conoce con el nombre de Acción Dinámica Específica. Se cree ahora que este término es genérico antes que específico y que incluye varias formas de producción de calor, no mencionadas, que pueden ser estimuladas por el alimento. Lo tienen, en un grado notable, las proteínas, y en menor cantidad los hidratos de carbono y las grasas. Sin embargo, para mantener el equilibrio nutritivo, el animal, recibiendo en el caso mencionado una alimentación proteínica, debe recibir, no 100 calorías, sino alimento que suministre 130 calorías.

Hoy, la opinión que prevalece, basada en investigaciones más recientes, particularmente, es que la acción dinámica específica de los aminoácidos está relacionada con la desaminación, especialmente con la formación de urea o de amoníaco producido en esta reacción.

Es digno de notarse que la acción dinámica específica no se ejerce cuando la proteína se mantiene para fines estructurales o como proteína de depósito. Lusk demostró que en

una infraalimentación, una dieta mixta correspondiente a las exactas necesidades de los tejidos e introducida despacio por absorción del intestino, no tiene ninguna acción dinámica específica. Esto es de aplicación en la CONFECCION DE REGIMENES Y DIETAS.

La acción dinámica específica de las tres materias alimenticias fué calculada por Lusk como sigue:

100 Cal. tomadas como proteínas de carne trae consigo una producción de calor de 30 Cal..

100 Cal. tomadas como grasas trae consigo una producción de 4.1 Cal.

100 Cal. tomadas como dextrosa trae consigo una producción de 4.9 Cal.

Tabla 1.1

GRUPOS DE ALIMENTOS

① Papas, Berenjenas, calabazas  
uvas, coliflor, pepinos, cebol-  
las, peras, apio, manzanas  
plátanos.

② Naranjas, Fresas, lechuga  
tomates, pimientos, torro-  
jas.

③ Zanahorias, repollo, acelgas  
guisantes, maíz, calabaza  
espinacas.

④ Leche, queso, crema, leche  
en polvo.

⑤ Huevos, pollo, carne, gar-  
banzos, lentejas, pescado.

⑥ Pan, bizcochos, cereales  
frías.

⑦ Manteca, azúcar, tocino  
dulces.

Una dieta de tipo científico  
debe contener uno de cada  
grupo.

"No cura la dieta que la precede."

Alimentos de Energía

Grupos ①, ⑥ y ⑦

Alimentos de Proteína

Grupos ② y ⑤

Alimentos de Vitaminas  
y Minerales

Grupos ② y ③

"DIETAS ORIGINADAS P.O. S.A.M."

Grupo de Alimentos según Sistema Alimentario Mexicano

<u>Energía en los Alimentos</u>		<u>PROTEÍNAS y/o</u>		<u>VITAMINAS y/o MINERALES</u>	
BÁSICOS: ① y ②					
<u>CEREALES</u> ①	<u>RAÍCES</u> ②	<u>Vegetales:</u>			
Araoz, Avena, Centeno, Cebada, trigo, pan, galletas, pastas, maíz, tortillas, pozole, tamale, atole.	Papa, camote, chinchagote.	<u>Leguminosas y Algas:</u>			Naranja, guayaba, mandarina, mango, mamey, tejocote, papote, chacacahuete, Anón, melón, papaya, guanabana, chirimoya, nauche, aragón.
	<u>FRUTAS</u> ③	Frijol, haba, lenteja, arvejon, garbanzo, soja, cacahuete, ajo, jorjón, nuez, piñón.			
	Plátano, coco, aguacate.	<u>Animales:</u>			
		④ <u>Carne</u>			<u>Verduras:</u>
		<u>Carne Roja:</u>			Otros: jitomate, chile, Zanahoria, rabanitos, romeritos, chagüto, nopales
		<u>Blanca:</u>			Huevo; Anchoa, sardinas, bonito, caviar, verdo- litas, sardinas.
<u>Grasas</u>	<u>AZÚCARES</u>	Res	Rescabo de		Frutas: Frijol, calabaza, coihuite.
Acorte	Azúcar	Puerco	mar y agua.		
Grasa vegetal	Azúcar	Carnero	dulce, aves.		
Crema	Fitowalla	Chivo			
Margarina	Mol.	Carrojo	Leche		
Mantequilla		Visceras	Yogurt y Quesos		
			Huevo de gallina y otros.		

## CAPITULO II

### SUBSTANCIAS FUNDAMENTALES :

#### Generalidades.- PROTEINAS

Las proteínas son las sustancias más complejas conocidas en química y se encuentran muy repartidas en la naturaleza, en animales y plantas, por lo que son constituyentes esenciales de los alimentos, juntamente con las grasas y los hidratos de carbono.

Su nombre deriva de proteicos, en griego, primario, por la gran importancia que representan en todas las formas de la materia viva,. Algunos autores lo relacionan con Proteo dios fabuloso, al que se le atribuía la facultad de poder cambiar de forma, debido a la gran variedad con que se nos ofrecen las proteínas. El término albuminoides, con que también se designa a las proteínas, significa semejantes a la albúmina, concretamente a la albúmina o clara de huevo de gallina.

Las proteínas son polímeros gigantes (macromoléculas) constituidas por polipéptidos, formados, a su vez, por muchas unidades de diferentes aminoácidos.

El peso molecular de las proteínas varía desde varios miles en los casos mas sencillos, hasta muchos millones, en los más complejos, como puede verse en los siguientes ejemplos, no sin tener en cuenta que estos valores están sujetos a

revisión a causa de nuevas investigaciones.

PROTEINA	ORIGEN	P.M.
Gliadina	trigo	28,000
Albumina	huevo	42,000
Hemoglobina	Sangre	65,000
Caseína	Leche	375,000
Hemocianina	Caracol	8,000,000
Virus (influenza)	-	250,000,000

La composición elemental de las proteínas típicas viene a ser de 50% de carbono, 25% de oxígeno, 16% de nitrógeno, y 7% de hidrógeno. A veces contienen azufre (poco más de 1%) y fósforo en menor proporción aún. Otras, más complicadas, contienen indicios de otros elementos, como hierro, cobre, manganeso, cinc, magnesio, vanadio, cobalto y yodo. Las proteínas presentan diferencias entre sí, algunas son solubles en agua, como la clara de huevo, o parcialmente solubles, como la gelatina; insolubles, como la queratina, la piel las uñas, etc. Pero todas tienen en común que por ebullición con ácidos diluidos se hidrolizan y dan una mezcla de aminoácidos alfa, es decir, de aminoácidos que tienen un grupo amino en posición alfa con respecto al carboxilo, o sea en el carbono contiguo a éste, si bien pueden tener otro u otros grupos amino además, en otros lugares de la molécula.

también las hay con dos carboxilos, como se verá en la clasificación que se hace de los aminoácidos obtenidos de las proteínas.

Los amino ácidos se clasifican en tres grupos; en el primero se encuentran los que contienen igual número de grupos ácidos y amínicos (aminoácidos neutros), como, Glicina, alanina, serina, cisteina, cistina, treonina, valina, metionina, leucina, isoleucina, fenil-alanina, tirosina, prolina, hidroxiprolina, triptorano.; en el segundo con predominio de los ácidos (aminoácidos ácidos), como, ácido aspártico, ácido glutámico.; y en el tercero, con predominio de los grupos básicos (aminoácidos básicos), como, arginina, lisina, e histidina. Todos ellos figuran con sus nombres triviales, que son los que siempre se emplean para designarlos, prescindiendo de los que les corresponden con arreglo a la nomenclatura oficial.

Entre ellos, los ocho siguientes se denominan indispensables, porque el organismo animal no puede sintetizarlos, debiendo figurar, por consiguiente, figurar en la dieta alimenticia: triptóforo, lisina, fenilalanina, leucina, isoleucina, valina, treonina y metionina. Esta lista se refiere al hombre y animales.

## 2.1 Proteína, Crecimiento y construcción

Nuestros cuerpos están constituidos de muchas pequeñas piezas llamadas células, de la misma manera que una colonia esta constituida por casas. Las células estan constituidas en



su mayor parte de proteína, así como las casas lo están de ladrillos. un niño en su concepción empieza siendo una célula en el vientre de su madre, en el que, todavía es tan pequeño que nuestros sentidos no lo alcanzan a distinguir. Esta célula toma de la proteína las materias alimenticias indispensables y se construye otra célula. De ésta manera cada célula toma sus nutrientes y construye. Este proceso continúa hasta que hay millones de células las cuales toman sus diferentes formas, para hacer, las diferentes partes del niño, tales como, sus músculos, sus ojos, su corazón, su cerebro, etc.

Un caso de la importancia que se le debe dar a la proteína, es cuando el niño nace, las células de su cerebro están en crecimiento, y requieren de un aprovisionamiento de éste material nutritivo para la construcción de células cerebrales. Se tiene el dato que aproximadamente 40,000 niños nacen diario en el mundo con deficiencia mental.

## 2.2 Proteína para reparar

Cuando el niño pasa a ser un adulto, deja de crecer, esto es deja de ganar altura y talla. Si su alimentación no es lo suficientemente balanceada, su cuerpo empezará a ganar peso, por un exceso de almacenamiento de tejido adiposo, debido a una alta ingestión de grasas y carbohidratos.

Sin embargo al estar en esta edad seguirán necesitando una cantidad básica de proteínas en su alimentación diaria, pa-

ra la regeneración de nuevas células que están continuamente perdiendo vitalidad con el paso del tiempo. Cada célula de su cuerpo tiene un tiempo determinado de vida y después muere, por lo que una nueva célula debe reemplazar a la perdida. Como ejemplo las células de la sangre, tienen un tiempo de vida aproximado de 120 días, los cuales una vez transcurridos la célula muere debiendo ser reemplazada por una nueva.

Así, es que un adulto debe integrar una buena porción de proteínas en sus hábitos alimenticios. Una supra alimentación de proteínas es recomendable en las personas que desarrollan un trabajo físico extenuante, las mujeres en estado prenatal, las mujeres en el periodo de amamanto de la cría, los niños durante toda su infancia, los adultos enfermos que necesitan proteína para reparar las células dañadas por la enfermedad, e igualmente los niños.

### 2.3 Calidad de la Proteína

Conocemos ya porque necesitamos proteínas, la siguiente cuestión es averiguar la clase de alimentos que las contienen y que tan buenas son para la reconstrucción de los tejidos del cuerpo.

Contestando la primera parte, podemos decir que todos los alimentos están contenidos de proteínas, algunos en mayor cantidad que otros. Pocos alimentos están constituidos de un solo material alimenticio. Muchos alimentos son una mezcla de materiales alimenticios, los cuales también conti-

enen agua y algunos otros residuos ( fibra, etc.).

La lechuga por ejemplo es un alimento que la mayor parte de su peso total está constituida por agua.

La segunda respuesta es que hay proteínas de mejor calidad respecto a la cantidad de aminoácidos que pueda suministrar. Esto es los ocho aminoácidos indispensables que el organismo no puede sintetizar, y que ya mencionamos en la parte de generalidades de este capítulo. Una explicación sencilla del porqué estas proteínas deben ser obtenidas de alimentos derivados de los animales, es porque nuestras células son mas parecidas a las del reino animal; que es al que pertenecemos (cabras, vacas, etc.); que con las del reino vegetal (soya, frijoles, maíz, habas, etc.),, que su parecido no estén cercano como al que ya hemos dicho.

Entonces dos cosas a considerar al elaborar un régimen alimenticio incluyendo la proteína son:

- 1) Que tan buena es en la reconstrucción de los tejidos del cuerpo, basado en el contenido de aminoácidos.
- 2) Cuánta proteína contiene el alimento.

una buena manera de conocer que clase de nutriente y cuanto material alimenticio contiene es através del por ciento. El por ciento es un número que representa la cantidad de elementos (en cualesquier unidad) materiales alimenticios en cien partes de un todo. Por ejemplo al decir nosotros que hay 8% de proteínas en el maíz, estamos interpretando su peso en 8g. de proteínas por cada cien gramos de maíz.

## 2.4 Proteína y Constitución

Para poder explicar las tres ideas que se tienen de como están constituidas las proteínas, veamos como se establece su clasificación. Se clasifican recurriendo a su origen y a los productos que se obtienen en su hidrólisis.

Por su origen se dividen en Proteidos y Péptidos. Los primeros son las proteínas en su estado natural y los segundos son el resultado de hidrólisis mas o menos avanzadas. Los proteidos se dividen en proteínas simples (holoproteidos) y proteínas conjugadas (heteroproteidos). Las primeras solo producen aminoácidos o amoniaco por hidrólisis. Las segundas, además de aminoácidos, producen otras sustancias de muy diversa naturaleza. Estas sustancias se denominan grupos prostéticos, que se separan fácilmente de la parte proteica de la molécula y que pueden ser ácidos fosfóricos, etc.

La unión de varios aminoácidos hacen una proteína.

¿Como es esta unión?

La primera explicación es que nuestros cuerpos están constituidos por átomos los cuáles forman la arcilla o barro o cemento (aminoácidos) de un ladrillo (proteínas) que a su vez constituyen una casa (células) de esta manera formando un conjunto habitacional (nuestros cuerpos).

La segunda es que las proteínas son un collar de perlas en las que cada cuenta son un aminoácido, formando un conjunto de aminoácidos y enrollados hacen la proteína (cadenas). La tercera y última explicación es que los aminoácidos son un conjunto de letras formando una sentencia.

Esto nos enseña que el orden de los aminoácidos es importante, y que el orden es diferente en diferentes proteínas. Que debe haber la cantidad correcta y cada clase de aminoácidos para hacer la proteína, y que cada proteína contiene diferentes cantidades de cada aminoácido. Que nuestros cuerpos pueden sintetizar algunos aminoácidos, pero algunos otros no (aminoácidos indispensables).

Cuando una proteína contiene la cantidad exacta de aminoácidos que requiere el organismo se le llama PROTEÍNA DE REFERENCIA. Los únicos dos alimentos que contienen ésta cantidad de aminoácidos son: el huevo y la leche de la madre. A partir de estos dos alimentos que contienen el 100% de los aminoácidos utilizables se clasifican los alimentos por su contenido en proteína y se les mide por la cantidad de proteína utilizable por el organismo (NPU). NPU es la palabra inglesa constituida por NET PROTEIN UTILIZATION. un ejemplo sería si 100g. de maíz tienen 8g. de proteínas y su NPU es 55%, quiere decir que el organismo aprovechará el 44% de estas proteínas.

Aquí, podemos hacer mención que una buena mezcla de alimentos levanta el NPU de los alimentos.

## 2.5 Hidratos de Carbono (Glúcidos)

Constituyen la fuente principal de energía, no son otra cosa que los azúcares y los almidones que se encuentran en las frutas, legumbres y tubérculos, como los garbanzos y patatas, respectivamente. Apenas entran en la boca, la saliva los ataca con su fermento denominado ptialina, que transforma el almidón en ptialina a dextrina, cuya acción se inhibe en el estómago por la presencia del ácido clorhídrico. Allí se desdobra en glucosa y levulosa, y al llegar al intestino, por la acción de un fermento denominado amilopsina, se transforma en glucosa y luego en maltosa. Por esta razón encontramos que nuestra sangre contiene un gramo por mil de glucosa en solución. Un hidrato de carbono es un compuesto de carbono, hidrógeno y oxígeno, en el que el H y el O están presentes en la misma proporción que en el agua. Ejemplos de ellos son los azúcares simples, como la ribosa, la glucosa y la fructuosa, que son elaboradas por las plantas verdes en los procesos fotosintéticos.

Los azúcares simples monómeros se conocen como monosacáridos. La sacarosa, el azúcar común de mesa, es un disacárido, que puede hidrolizarse con un ácido diluido dando los monosacáridos, glucosa y fructuosa, que son isómeros.

La glucosa es una sustancia química sumamente esencial del cuerpo. Su oxidación proporciona la energía para la actividad muscular, la glandular y para el calor del cuerpo. El hígado mantiene la glucosa soluble en el torrente sanguíneo a una concentración de 0.1 por ciento, y también convierte reversiblemente las cantidades en exceso de glucosa en el almidón animal glicógeno, un polímero superior de la glucosa. La conversión del exceso de glucosa en ácidos grasos y grasas para un almacenamiento más permanente en el tejido adiposo es una reacción importante. Como el ingreso de azúcar en el cuerpo depende de los hábitos personales, a menudo la obesidad resulta de la conversión de un gran exceso de glucosa en grasas.

La celulosa y el almidón son ejemplos de polisacáridos encontrados en la naturaleza. La celulosa constituye gran parte del material estructural rígido del tejido vegetal. El algodón es casi celulosa pura.

El almidón se encuentra en muchos tubérculos y granos como producto final de la fotosíntesis. Por encontrarse en el trigo (55%), maíz (65%), arroz (75%) y papas (15%), el almidón es una fuente común de carbohidratos en las dietas de todas las naciones.

## 2.6 Las grasas

Como los hidratos de carbono aportan energía al organismo; pero así como estos últimos no se encuentran en el cuerpo en cantidades apreciables, las grasas pueden acumularse ilimitadamente. No es, pues, conveniente reducir la cuota de hidratos de carbono ni aún a los diabéticos, y en cambio, en los regímenes de adelgazamiento, hay que tener en cuenta que ellos se transforman en grasas.

Se conoce también con el nombre genérico de lípidos un grupo de sustancias que forman parte de los tejidos animales y vegetales y que son insolubles en agua y solubles en éter.

### 2.6.1 Clasificación de los Lípidos

#### A) Lípidos Simples

#### B) Lípidos Complejos

#### A) Lípidos Simples :

- 1) Glicéridos - ésteres cuyo alcohol es la glicerina
- 2) Céridos- con alcoholes superiores
- 3) Estéridos- como alcohol, un esteroide
- 4) Etéridos- algunas ceras coníferas

#### B-) Lípidos Complejos

- 1) Fosfolípidos (fósforo como radical fosfórico)
- 2) Rosoaminolípidos como las lecitinas
- 3) Cerebrósidos sin fósforo, pero con nitrógeno



## 2.7 el Agua y Los Minerales

El organismo contiene un 70% de su peso en agua, distribuida en la sangre en los espacios intersticiales y en el interior de los tejidos, la cual recibe con los alimentos y las bebidas, y elimina parcialmente con el aire expirado, el sudor, la orina y otros residuos, por lo que necesita reponerla diariamente tomando unos tres litros cada 24 horas. Los minerales (sales) más necesarios para la vida con el sodio y el cloro, cuya combinación produce el cloruro de sodio o sal de cocina; le siguen en importancia el calcio, el potasio, el magnesio, el fósforo, el azufre y muchos otros. De todos ellos el que con mayor frecuencia falta en el cuerpo cuando el régimen alimenticio es deficiente es el calcio, especialmente si se suprime el consumo de leche, fuente rica en este mineral. (Un adulto debe consumir diariamente, por término medio, 500 a 750 cm<sup>3</sup> de leche). La utilización de este mineral se acrecienta con las cantidades relativas de fósforo, vitamina D, y grasas de la alimentación; su carencia conduce al raquitismo en la infancia y a trastornos óseos en la edad adulta. El hierro también forma parte de la hemoglobina de la sangre, principio fijador del oxígeno que respiramos. Lo contienen el pan integral, los huevos, el hígado, las lentejas, las arvejas, las sardinas, las almendras, las nueces, el cacao, etc.

## 2.8 Las vitaminas

Son indispensable para la salud y la vida, actúan en cantidades muy pequeñas e intervienen en los procesos de los procesos de muchos de los tejidos. La mayor parte de ellas deben llegar en los alimentos, pues el organismo no puede sintetizarlas. Citaremos solamente las principales. La vitamina A es necesaria para los ojos. Su ausencia produce Xeroftalmia (deseccación de la conjuntiva) (y de la córnea). Contribuye también al crecimiento en la edad juvenil. El complejo B, compuesto por las vitaminas B, B1, B2, B3, B4, B5 y B6, evita el beriberi, enfermedad caracterizada por cansancio general, rigidez y calambres; se les denomina también antineuríticas y contribuyen al desarrollo y al crecimiento. La vitamina C evita el escorbuto, caracterizado por hemorragias, debilidad, pseudoparálisis y fragilidad ósea : la contienen los limones, las naranjas, las guayabas y verduras. La vitamina D da consistencia a los huesos, pues rija el calcio y el iósforo, con lo que se evita el raquitismo. La vitamina E tiene influencia sobre la reproducción, y la K es antihemorrágica. Hay una curiosa comparación acerca de las vitaminas en el organismo: se considera al ser viviente como un motor de explosión, cuyas materias primas son el agua, las proteínas, etc. ; sus combustibles son los alimentos ; las sales, su lubricante, y las vitaminas, la chispa que con su ignición pone en marcha el mecanismo.

**Tabla - 2.1**

**VALOR NUTRITIVO DE ALIMENTOS  
(EN 100 G PESO NETO)**

	Calorías	Proteínas	Grasa	H. de C		Calorías	Proteínas	Grasa	H. de C
<b>Cereales</b>					<b>Carnos</b>				
Avena	362	7.8	1.0	78.8	Aves				
Arroz	373	12.2	5.0	71.0	Gallina	246	18.1	18.7	8.0
					Pavo	170	18.2	10.2	8.0
<b>Ale y derivados</b>					<b>Bovinos ovinos porcinos</b>				
Ale cacahuete	364	11.7	4.7	72.7	Cerdo de cerdo (grasa)	356	12.4	75.8	8.0
Ale simple	21	0.4	0.1	4.7	Cerdo de res magra	173	21.4	4.4	8.0
Ale y derivados	250	5.8	1.7	41.3	Cerdo de res grasa	317	24.8	4.5	8.0
					Cerdo de carne	292	15.6	26.0	8.0
<b>Frigo y derivados</b>					Chiquero	156	57.1	29.0	8.0
Helado dulce	429	6.0	12.7	75.0	Chivo	278	15.8	22.8	1.1
Helado salado	419	9.6	9.6	72.7	Hamón de res	147	22.9	4.0	3.1
Helado	296	5.0	0.3	62.5	Jamón (seleccionado)	263	15.4	26.0	8.6
Pan dulce	433	9.8	11.6	71.9	Lanzón	267	7.7	28.3	2.2
Pastas	343	10.3	0.4	72.8	Moludo de res	160	6.9	13.4	8.0
Pan negro	261	9.2	0.7	53.4	Moronga	184	13.8	12.9	2.1
					Papas de cerdo	135	25.2	22.0	8.0
<b>Leguminosas</b>					Papas de res	79	12.1	2.9	1.1
Frijol bayo gordo	354	22.6	2.2	63.1	Queso de puerco	376	9.8	57.0	
Frijol blanco	373	21.0	6.2	61.0					
Guisante	343	22.7	1.5	61.9	<b>Pesados y Maniscos</b>				
					Ayú (seleccionado)	214	24.2	11.5	
<b>Verduras</b>					Banana (tipo Manigua)	315	81.8	2.8	
Ara	138	3.5	0.3	37.8	Cajón (fresco)	78	15.4	0.9	0.0
Beta	18	0.8	0.2	4.2	Cajón (helado)	116	24.5	0.1	0.0
Brócoli	21	1.8	0.1	4.9	Camaron (fresco)	86	17.3	0.2	2.5
Calabaza	35	1.5	0.2	9.0	Camaron (helado)	263	63.0	2.2	1.0
Col	31	2.3	0.1	6.3	Carra (cocida)	77	17.5	0.2	2.0
Calabote con espinas	25	1.0	0.1	6.3	Langosta cruda	88	16.2	1.9	0.5
Chichero	148	10.4	0.3	26.8	Mojara	81	13.6	0.3	5.0
Cilantro	23	1.2	0.1	8.0	Palmito y concha	42	6.3	0.4	2.8
Cilantro pobano	37	1.7	0.3	9.1	Pescado guatemalteco	91	29.1	0.6	0.0
Cilantro (seco)	313	11.5	9.8	60.2	Pescado cubano	95	29.0	1.0	0.0
Cilantro cascabel (seco)	299	12.9	6.4	63.5	Sardina (seleccionada)	170	23.7	9.0	0.0
Cilantro chipotle (seco)	281	14.1	8.3	67.5	Sardina (con aceite)	338	21.1	27.0	0.6
Cilantro pasito (seco)	358	12.7	19.0	43.9					
Cilantro pasito (seco)	358	14.4	16.9	45.3	<b>Leche y derivados</b>				
Cilantro pasito (seco)	29	2.0	0.4	6.3	Leche fresca de vaca	69	3.4	3.5	3.5
Cilantro pasito (seco)	133	3.6	1.4	33.5	Leche condensada	315	8.1	8.1	54.0
Cilantro pasito (seco)	17	1.5	0.4	2.9	Leche evaporada	340	33.8	1.5	17.2
Cilantro pasito (seco)	27	2.5	0.4	5.2	Leche evaporada	143	7.9	6.7	12.2
Cilantro pasito (seco)	16	0.6	0.1	4.1	Leche entera (seco)	434	27.0	26.0	38.9
Cilantro pasito (seco)	14	1.4	0.1	3.1	Leche (materia grasa)	566	19.0	28.0	56.0
Cilantro pasito (seco)	29	2.0	0.3	6.4	Crema 20%	294	2.9	20.0	4.0
Cilantro pasito (seco)	15	0.8	0.2	3.2	Queso amarillo	281	33.5	26.0	2.5
Cilantro pasito (seco)	24	0.8	0.2	5.1	Queso blanco	392	29.1	31.5	
Cilantro pasito (seco)	27	1.0	0.6	5.2	Queso Chihuahua	494	28.8	37.0	1.8
Cilantro pasito (seco)	41	0.4	0.3	10.5	Queso Oaxaca	315	25.7	22.0	3.0
					Queso Helado	372	33.5	26.0	
<b>Raíces fuculentas</b>					<b>Huevos</b>				
Camote (preparado)	119	1.0	0.1	26.1	Huevo (fresco)	149	11.3	9.8	2.7
Yuca (preparado)	60	1.5	0.1	18.6					
					<b>Grasas</b>				
<b>Frutas</b>					Aceto	354	0.6	100.0	0.0
Crueta amarilla	63	0.3	0.5	17.3	Mantequilla de cerdo	887	0.0	99.4	0.0
Crueta roja	48	0.8	0.4	11.8	Mantequilla vegetal	871	0.0	98.5	0.0
Durazno	63	1.2	0.2	15.9	Margarina (con sal)	243	1.0	84.0	0.0
Fresa	31	0.8	0.2	7.3	Margarina	220	0.6	81.0	0.4
Guayaba	65	1.8	0.4	15.6					
Granada china	79	2.8	1.4	16.1	<b>Azúcares y Miel</b>				
Granada roja	60	1.0	1.2	12.9	Azúcar refinada	385	0.0	0.0	99.5
Limon real	28	0.8	0.1	6.9	Polvo	256	0.4	0.4	90.6
Mango de manila	54	0.8	0.2	13.8	Miel de abeja	306	0.2	0.0	78.0
Melón	91	1.7	0.6	22.4					
Melón	49	1.0	0.0	12.7	<b>Bebidas</b>				
Mandarina	57	0.4	1.5	14.4	Cerveza	37	0.3	0.0	5.1
Mandarina	27	0.6	0.1	6.8	Whisky	43	0.3	0.6	6.1
Melón	40	0.8	0.0	10.3	Whisky (preparado)	46	0.0	0.0	11.6
Melón	30	0.6	0.0	7.6	Vino de uva				
Melón	58	0.4	0.1	15.0	Vino de uva	315	0.0	0.0	0.0
Melón	28	0.6	0.1	9.7					
Melón (labrado)	16	1.1	0.2	22.4	<b>Otros alimentos</b>				
Sardía	20	0.4	0.2	4.8	Almidón	106	1.5	13.5	4.3
Tamarindo	277	5.9	0.8	19.7	Chocolate con azúcar	237	4.0	15.1	77.8
Tepalcote	55	0.6	0.5	24.8	Durazno en almibar	122	0.1	0.1	33.7
Tortuga	48	0.5	0.3	11.8	Gelatina	66	1.6	0.0	15.2
Tuna	33	0.4	0.1	19.1	Jelato	214	0.4	12.0	23.3
Uva	63	0.4	0.2	19.6	Miel	240	0.1	0.1	80.3
Yacote negro	64	1.1	0.1	17.5	Miel	402	1.6	78.1	3.0
					Miel	250	0.5	0.3	78.8
					Miel	50	0.0	0.1	12.5
					Salsichas	187	14.2	14.0	8.0

DATOS PROPORCIONADOS POR EL INSTITUTO NACIONAL DE LA NUTRICION

TABLA DE LOS VALORES NUTRITIVOS EN 100GM. DE ALIMENTOS

Alimento	Proteína	Grasas	n.C.	Cal.
1. Mantequilla sue.	3.5	0.1	5.1	35
2. Chocolate (sab.)	3.2	2.2	10.6	75
3. Leche cond. Dul.	8.1	8.4	54.8	327
4. Leche Des. Pol.	35.6	1.0	52.0	359
5. Leche evap.	7.0	7.9	9.9	139
6. Melado	4.0	12.3	20.8	210
<b>Quesos:</b>				
7. Cheddar	23.9	32.3	1.7	393
8. Cottage	19.2	0.8	4.3	101
9. Crema	7.1	36.9	1.7	367
10. Enlatados	21.9	31.8	2.0	382
11. Otros	(23.9)	(32.3)	(1.7)	393
<b>Grasas, Aceites:</b>				
12. Tocino (ind.)	7.9	74.0	1.5	704
13. Tocino (medio)	9.1	65.0	(1.1)	626
14. Mantequilla	0.6	81.0	0.4	733
15. Aderezo	0.8	39.0	17.3	38.3
16. Mayonesa	1.5	78.0	3.0	720
<b>Huevos:</b>				
17. Hema fres.	16.3	31.9	0.7	355
18. En Polvo	(48.3)	(43.3)	(2.6)	593
19. Entero fresco	12.8	11.5	0.7	158
<b>Carnes:</b>				
20. Asar	18.9	13.0	0	193
21. Estofado	18.2	18.0	0	235
22. Costilla	16.1	29.0	0	325
23. Hamburguesa	16.0	28.0	0	316
24. Lomo	16.9	25.0	0	293
25. Jamón	15.2	31.0	0	340
26. Jamón Ahuma.	16.9	35.0	0.3	384
27. Salchichas	10.8	44.8	0	446
28. Pollo enl.	21.8	9.8	0	175
29. Pollo Kost.	20.2	12.6	0	194
30. Pavo	20.1	20.2	0	262

TABLA - 2.2

"TABLAS DE COMPOSICION DE LOS ALIMENTOS, U. S. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA PUBLICACION NO. 572, 1945"

TABLA DE LOS VALORES NUTRITIVOS EN 100GM. DE ALIMENTOS

Alimento	Proteína	Grasas	H.C.	Cal.
31. Pescado med.	19.0	2.5	0	98
32. Ostiones	6.0	1.2	3.7	50
33. Salmón enl.	20.6	9.6	0	169
34. Camarones enl.	17.8	0.8	0.8	82
35. Atún enl.	27.7	11.8	0	217
Cereales, Leguminosas, Verduras:				
36. Sopa de frijol	17.6	1.2	62.7	332
37. frijol enl.	5.7	2.0	19.0	117
38. Garbanzo	20.8	4.7	60.9	369
39. Chicharo	24.5	1.0	61.7	354
40. Soya	34.9	18.1	(12.0)	351
41. Almendras	18.6	54.1	19.6	640
42. Cacahuete man.	26.1	47.8	21.0	619
43. Cacahuete ros.	26.9	44.2	23.6	600
44. Nuez de nogal	15.0	64.4	15.6	702
vegetales:				
45. Esparragos	2.2	0.2	3.9	26
46. Ejotes	7.5	0.8	23.5	131
47. Betabel	1.6	0.1	9.6	46
48. brocoli	3.3	0.2	5.5	38
49. Bruselas	4.4	0.5	8.9	58
50. Calabaza	1.4	0.2	5.3	29
51. Zanahorias	1.2	0.3	9.3	88.2
52. Coliflor	2.4	0.2	4.9	31
53. Apio	1.3	0.2	3.7	22
54. Maiz Amar. blan.	3.7	1.2	20.5	108
55. Pepino	0.7	0.1	2.7	14
56. Diente de León	2.7	0.7	8.8	52
57. Lechuga	1.2	0.2	2.9	18
58. Otras Lechugas	1.2	0.2	2.9	18
59. Cebolla	1.4	0.2	10.3	49
60. Chicharo Verde	6.7	0.4	17.7	101
61. Pepinillo	1.2	0.2	5.2	29
62. Papas	2.0	0.1	19.1	85
63. Calabaza	1.2	0.2	7.3	36
64. Rábano	1.2	0.1	4.2	22
65. Espinacas	2.3	0.3	3.2	25

TABLA DE LOS VALORES NUTRITIVOS EN LOGM. DE ALIMENTOS

Alimento	Proteína	Grasas	H.C.	Cal.
66. Camote	1.8	0.7	27.9	125
67. Tomate	1.0	0.3	4.0	23
68. Nabos	1.1	0.2	7.1	35
Frutas:				
69. Manzana	0.3	0.4	14.9	64
70. Chabacano	1.0	0.1	12.9	56
71. Aguacate	1.7	26.4	5.1	265
72. Platano	1.2	0.2	23.0	99
73. Cupulín (mora)	0.6	0.6	15.1	68
74. Arrosa	0.8	0.6	8.1	41
75. Ballas (otras)	1.2	0.8	13.2	65
76. Uvas	0.8	0.4	16.7	74
77. Limones	0.9	0.6	8.7	44
78. Limas	0.8	0.1	12.3	53
79. Naranjas	0.9	0.3	11.2	50
80. Duraznos	0.5	0.1	12.0	51
81. Peras	0.7	0.4	15.8	70
82. Piña	0.4	0.2	13.7	58
83. Melocotón	0.7	0.2	12.8	56
84. Kiubarbo	0.5	0.1	3.8	18
85. Mandarina	0.8	0.3	10.9	50
86. Sandía	0.5	0.2	6.9	31
Dulces:				
87. Miel	0.3	0	79.5	319
88. Mermelada	0.5	0.3	70.8	288
89. Jaleas	0.2	0	65.0	261
90. Azúcar Morena	(0)	(0)	(95.5)	382
91. Azúcar Grani.	(0)	(0)	99.5	398
92. Chocolate insip.	(5.5)	52.9	(18.0)	570
93. Cocoa	(9.0)	18.8	(31.0)	329
94. Carne de coco	3.6	39.1	53.2	579
95. Gelatina polvo	9.4	0	88.7	392

"TABLAS VALOR NUTRITIVO DE LOS ALIMENTOS MEXICANOS, I.N.N., 1974.

REQUERIMIENTOS	Ulit- rad- ES	Forma Anat.	PROTE. g	GLUC. g	CHIC. g	Caus mg	P mg	Fe mg	Vit. A U.I.	Thi. mg	Mag. M. Bz.	BIOTINA PP mg	N. AC. C mg	Agua cm <sup>3</sup>
Niños		2000				500		10	500	1.1	1.3	18.9	40	
ADOLESCENTE		2500 3000				700		18	1000	1.2	1.4	20.7	50	
ADULTO HOMBRE		2150				500		10	1000	1.4	1.7	24.8	50	
ADULTO MUJER		2000				500		18	1000	1.0	1.2	18.0	50	

## CAPITULO III

### REQUERIMIENTOS CALORICOS EN LOS SECTORES LABORALES :

Antes de empezar con una particularización de los requerimientos calóricos de un sector en promedio, es importante conocer en que está basada esta necesidad de combustible o esta necesidad de alimentación balanceada ; aún sin saber que al estar eligiendo arbitrariamente o de gusto nuestros alimentos, estamos produciendo un desequilibrio energético en el organismo al hacer una mala selección en cantidad y calidad de los nutrientes necesarios para un buen desarrollo y desempeño de nuestro organismo. Esto es comprobable en las características físicas promedio del mexicano, tales como talla, estatura, peso y trastornos del aparato digestivo. Primariamente esto es corregible con la concientización colectiva por los grupos de alimentos que son clasificados según el exceso de nutriente del alimento. Ya en un segundo y tercer plano por la utilización de modelos aplicables a individuos, grupos , sectores o nación, por los organismos e instituciones gubernamentales en colaboración con empresas particulares. Esto es a grandes rasgos una alternativa.

#### 3.1 Necesidad de Combustible

La cantidad de energía que una persona necesita en veinticuatro horas o en un periodo de tiempo mas corto, expresado en calorías( Joules )), se puede determinar con gran exactitud. Esta cantidad es la suma de tres valores energéticos.



Estos tres valores son:

- a) el metabolismo basal.
- b) La energía liberada en el ejercicio o trabajo.
- c) el incremento de energía debido a la acción dinámica específica del alimento, el llamado Coste de la Digestión.

El primero se explicó en el Capítulo 1. Se escribió, que la proporción metabólica basal es proporcional al área superficial o algún otro factor como la masa protoplásmica, la cual a su vez es proporcional al área superficial, y que para una medición exacta se requiere la superficie del cuerpo como soporte principal.

### 3.2 Área Superficial

varias fórmulas han sido propuestas para apreciar el área superficial. Cabe aquí explicar que estas fórmulas refieren su exactitud a la edad y sexo de la persona, así como a su normalidad metabólica entre otras características.

Estas explicaciones podrán ampliarse mas adelante.

La fórmula mas exacta y con un mayor uso en general es la fórmula de "Altura y Peso" de Dubois.

De esta forma :

$$A = ( W^{0.725} ) ( H^{0.725} ) ( C ) \text{ --- } 3.1$$

En donde :

- A- Área superficial del cuerpo
- W- Peso del cuerpo en kilos
- H- Altura del cuerpo en centímetros
- C- Constante calculada en 71.84

Aplicando su logaritmo queda:

$$3.2--- \log A = (\log W 0.425) (\log H 0.725) (1.8564)$$

Dubois calculó la gráfica que se reproduce en la figura 1. Las ordenadas representan la altura (h) y la abscisa el peso (W). El punto donde estas líneas se cruzan y la proximidad de este punto a la línea curva mas próxima dará el área superficial en metros cuadrados.

En cuestiones de imprevistos, de comodidad y de olvido se pueden usar indistintamente tanto la gráfica como la fórmula de Dubois.

He aquí la fórmula del area superficial en unidades de m<sup>2</sup>.

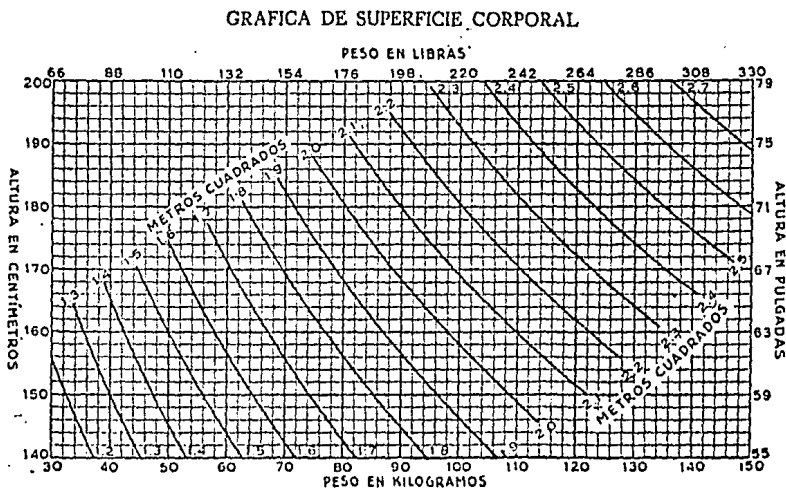
$$A = \frac{W^{0.425} \times H^{0.725} \times C}{10,000} \quad - - - 3.3$$

1 aplicando logaritmos queda :

$$\log A = (0.425 \log W) + (0.725 \log H) - (2.1436) \quad - - - 3.31$$

Que son las ecuaciones que nos proporcionarán los resultados en m<sup>2</sup> para el área superficial del cuerpo por cada individuo.

Fig.-1 Gráfica de Superficie Corporal



GRAFICA DE DUBOIS PARA DETERMINAR EL AREA SUPERFICIAL DEL INDIVIDUO EN METROS CUADRADOS, POR EL PESO EN KILOGRAMOS (W) Y LA ALTURA EN CENTIMETROS (H) SEGUN FORMULA 3.3.

### 3.3 Proporción Metabólica Basal

una vez determinada la superficie corporal se hace necesario la proporción metabólica basal para la edad y sexo del sujeto. La variación en la proporción también ha sido estudiada por muchos investigadores. Los niveles de Aub y Dubois son generalmente aceptados.

A continuación se presenta la proporción metabólica para varios grupos de edad adulta (TABLA 1).

CALORIAS (KJ) POR METRO CUADRADO DE SUPERFICIE CORPORAL POR HORA Y POR DIA, PARA FORMULA DE ALTURA PESO DE DUBOIS.

Edad en Años	Hombres		Mujeres	
	Hora	Día	Hora	Día
14-16	46 (192.5)	1104 (4619)	43 (180)	1032 (4318)
16-18	43 (180)	1032 (4318)	40 (167)	960 (4107)
18-20	41 (171.5)	984 (4117)	38 (159)	912 (3816)
20-30	39.5 (165)	948 (3966.5)	37 (155)	888 (3715)
30-40	39.5 (165)	948 (3966.5)	36.5 (152.7)	876 (3665)
40-50	38.5 (161)	924 (3866)	36 (150.6)	864 (3615)
50-60	37.5 (157)	900 (376)	35 (146.4)	840 (3514.5)
60-70	36.5 (152.7)	876 (3665)	34 (142)	816 (3414)
70-80	35.5 (148.5)	852 (3524)	33 (138)	792 (3314)

TABLA I

La ley del área superficial en su origen ha sido impugnada por Benedict. Este investigador después de una serie de estudios estadísticos, junto con Marris, calcularon la siguiente "fórmula de predicción" para el metabolismo basal, en la que:

Cuando,

$h$  - Calor producido en un día de 24 horas.

$w$  - Peso del cuerpo en kilogramos.

$s$  - Estatura en centímetros.

$a$  - Edad en años.

La fórmula se puede escribir :

Para hombres :  $h = 66.473 + 13.751w + 5.0033s - 6.755a \quad \text{---} \quad 3.4$

Para Mujeres :  $h = 655.0955 + 9.5634w + 1.8496s - 4.6756a \quad \text{---} \quad 3.5$

Comparando estos dos métodos, Krogh afirmó que, en cuanto que las fórmulas de Marris-Benedict son muy seguras para individuos normales, lo son en menor medida para los individuos de estatura fuera de lo normal o de años avanzados, estas afirmaciones son únicamente para estudios en personas bien alimentadas, que se hicieron en un periodo de tiempo después de 14 hrs. de ingerida la comida, y no aplicada en casos de caquexia (alteración profunda en la nutrición, que produce un adelgazamiento extremado).

Esta última afirmación no afectará la tesis que se sostendrá en estos apuntes, puesto que en casos de desnutrición y caquexia los individuos reducen la producción de calor en un 30%, con el cual los métodos de Dubois servirán para calcular un metabolismo basal con un exceso calórico en un 30% de lo normal. Con esto no habrá causa de falta de nutrientes.

Lusk, en un excelente trabajo ( a manera de afirmar lo antes escrito ) sobre este tema, sugirió que hay una adaptación biológica a la mas mínima ingerencia de energía, cuyo objeto es aparentemente conservar la grasa del cuerpo. Que para un caso caquético resulta propio hasta alcanzar un equilibrio.

una vez que establecemos como norma que estos estudios son aplicables para personas en condiciones de realizar un esfuerzo físico, trabajo o ejercicio, no enfermos de fiebre, etc., podemos decir que en condiciones fuera de lo común es necesario trabajar en equipo con los especialistas y establecer los regímenes adecuados para el individuo en estado anormal.

#### 3.4 La energía Liberada en el ejercicio y trabajo

Al calcular las necesidades de energía de un individuo,

se debe sumar el número de calorías (KJ) necesarias para el metabolismo basal un suficiente número de calorías (KJ) que tengan referencia con sus actividades ordinarias y extraordinarias tales como el trabajo físico a que se dedique.

Se puede prescindir del trabajo mental pues según Bills solo, hay un 3-4% de aumento debido a esta actividad. Sin embargo, el trabajo manual causa un gran aumento en la necesidad de combustible por el gasto de energía producido durante la actividad.

Por ejemplo las actividades tales como :

Sentarse en una silla, estar de pie, aumenta bastante la proporción metabólica; este aumento ha sido calculado en 10% de la cantidad básica.

El acto de levantarse aumenta en 150 Cal. (0.63MJ). Paseando por camino llano a la velocidad de 4.83 Km/hr, aproximadamente 80 pasos largos de un metro en un minuto que es el máximo de velocidad económica, necesita un aumento metabólico de 1.1 Cal/hr por cada lb. de peso que se mueve (2.09 KJ/hr por Kg de peso). Esto se refiere al peso no corporal que se lleva consigo, del mismo modo que se refiere al peso corporal. Es decir el peso del cuerpo mas sus accesorios.

En un buen trabajo de las necesidades energéticas del hombre, Orr y Leitch juntaron las cantidades dadas por varios investigadores y se han construido las tablas I-I, que son el segundo gasto de energía en el organismo al realizar una actividad determinada. Aquí cabe hacer mención que la ONU. clasifica en 4 tipos las actividades laborales según el gasto de energía en una hora y que son :

- a) trabajo ligero hasta 75 Cal/hr (313.8 KJ/hr).
- b) trabajo medio 75-150 Cal/hr (313.8- 627.6 KJ/hr).
- c) trabajo fuerte 150-300 Cal/hr (627-1255 KJ/hr).
- d) trabajo muy fuerte 300 Cal/hr y más (1255 KJ/hr y mas).

### 3.5 incremento del Coste de la Digestión (A.D.S.)

Como tercer y último punto a considerar en las necesidades energéticas del organismo es el Coste de la Digestión o también llamada acción dinámica específica de los alimentos. Con la sola ingestión de los alimentos y su asimilación, sobre todo de las proteínas, aumenta la proporción metabólica. Esta cantidad debe ser añadida al metabolismo total en un porcentaje numéricamente siendo la representación de la cantidad y la calidad del alimento en la acción dinámica específica.

Entre los alimentos de mayor influencia dinámica específica se encuentra la carne (Piel, vísceras, órganos, etc.).

Esto lo demuestra Dubois en su Monografía.



TABLA II - Necesidades Alimenticias y Actividades

(A)

Iniciativa	Actividad	Cobras por Hora	Miles Dólares por Hora
Hester	Cosca	10-20	41.84 - 83.7
	Escoria	10-20	41.84 - 83.7
	Carrero	10	460.24
	Quito. el Hilo	10	460.24
Rose (1) (Sherman)	Servicio de pesca	15	62.76
	Leer en el trabajo	20	83.70
	Dulce de leche	20	83.70
	Cosca	26	108.78
	Teser	31	129.70
	Vestir y Desvestir	33	138.00
	Cantina	37	154.80
	Almorzar	59	246.85
	Lavar la vajilla	59	246.85
	Barrer el suelo	84	351.46
Kitchen y Drapping	Escoria	20	83.70
	Cosca	25-30	104.6 - 125.5
	Limpieza	174	728
	Lavap	130	544
	Dibujar (carta)	40-50	167.36 - 209.20
	Desman (unido)	85	355.6
	Cosca	11-56	46 - 234.30
	Leer en el trabajo	23-37	96 - 155
	Tocar el teclado	46	192.46
	" " " " " " " "	50-70	204.2 - 293
" " " " " " " "	40-560	167.36 - 2343	
Is Tompa	16-59	67 - 246.85	
Dinagra	41-95	181 - 397.50	

Necesidades mínimas para varias actividades.

A ser sumado al P.H. del mismo Basal + 10% por Actividad Dinamica Especificas (A.D.E.)

(1) Demanda por deficiencia de los niveles de actividad, el resto para "estar sentado y quieto y dormir" = 77.24 + 10% = 85.0

Tarea III. - Empeños Industriales

Investigador	Actividad	Calorías por Hora	Kilocalorías por Hora
Kesteven	Treabajo Manual	7-8	29.3-33.47
	Escribir	10-20	41.8-63.7
	Carpintería	180	753
	Albanil	330	1380.7
	Aserrar Maderas	420	1757.3
Rose (1) (Sherman)	Sastre	59	241.85
	Escribir y Abogado	55	230.12
	Encuadernar Libros	85	355.64
	Zapatero	95	397.48
	Carpintería, Ho-		
	talugos, Pintura	155	648.52
	Industria	315	1317.96
	Treabajo en Fogón	395	1652.68
Aserrar Maderas			
Farras y Gelbrich (2)	Sastre	75-84	313.8-351.45
	Zapatero	82	345.09
	Carpintero (Ligero)	117	489.53
	Carpintero (Medio)	195	815.88
	Carpintero (Medio)	229	958.15
	Herrero (Ligero)	276	1154.78
	Herrero (pesado)	351	1468.58
	Electricista (medio)	196	820.06
Farris (M.B.C.)	Remisican	276	1154.78
Moss	Mineria	320	1338.88
Asencis y ornol	Minera (Pura)	114	476.97
	Leñador	103-138	430.95-577.39
	Encuadernador	205	857.72
Kesteven y Knipping	Escribir Abogado	16-40	66.94-167.56
	Litografía	40-50	167.56-209.2
	Encuadernar (Ligero)	43-71	179.91-297.06
	Encuadernar (Medio)	90	376.56
	Zapatero	80-115	334.77-481.16
	Pintura de Libros	160	669.411
	Electricista	137-176	573.20-736.38
	Lavado de Ropa	230	962.32
Albanil			

(1) Por deducción 77 Cal + 10% = 85 Cal

(2) Aumento sobre meta de trabajo basal menos 7 Cal para Acción Dinámica F.

Table IV.- *Investigaciones Industriales.*

Investigadora	Actividad	Caberas por Hora	Rebules por Hora.
Becker &	Sastre	44	184.09
Hämäläinen	Excud. de ardo	81	338.90
(N.S. Com.)	Zapateros	90	376.56
	Horseliegere	141	589.44
	Pinzon	145	606.68
	Carpentero	142	585.76
	Afianza	303	1267.75
	Artesanos	388	1625.39
	Mojones &		
	Costurera	6	25.10
	Costurera a Máquina	24-57	100.41 - 238.48
	Carra de ca	124-214	518.81 - 895.37
	Jornaleros	81-157	338.90 - 656.88
	Excud. de ardo	51	215.38

Table I. -- *Ejercicio Físico*

Investigador	Actividad	Calorías por Hora	Kilocalorías por Hora
Kernan	Paseo	150-240	524.6 - 1064.16
	Marcha	280-400	1171.52 - 1673.6
	Correr	800-1000	3347.2 - 4184
	Ciclismo	180-600	753.12 - 2510.4
	Remo	200-900	836.8 - 3765.6
	Natación	300-700	1255.2 - 2928.8
	Alpinismo	400-900	1673.6 - 3765.6
Rose (1) (Sherman)	Ejercicio ligero	85	355.64
	Paseo (70' minuto) (lento)	115	481.16
	Ejercicio Activo	205	857.72
	Andar (100.5' minuto) (medio rápido)	215	894.56
	Ejercicio Fuerte	365	1527.16
	Natación	415	1736.36
	Correr (142.1' minuto)	485	2024.24
	Ejercicio Muy Fuerte	515	2154.76
	Andar (142.1' minuto) (medio rápido)	565	2363.96
Catechistylee	Estos en descenso (100.0)	2-3	8.57 - 12.55
	Cintada en descenso	13	54.39
	Estos de Pie (Fuerza)	16	66.94
	Justificación en descenso	83	347.27
	Marcha	245	1025.08
	Marcha de Pie	384	1606.65
	Remo	1240	5188.16
Hill (Brady)	Correr	1242	5196.52

TABLA DE EJERCICIO FISICO

Inves-tiga don	Actividad	Calor por Hora	KJ. por Hora
Hestwen y Hopping	Esfor Finnes	20-30	83.68 - 125.52
	Pasean	130-200	543.92 - 836.8
	Marcha (con un chila)	200-400	836.8 - 1673.6
	Ciclismo	180-300	753.12 - 1255.2
	Ciclismo vs. Viento	600	2510.4
	Natación	200-700	836.8 - 2928.8
	Remo	120-600	502.08 - 2510.4
	Esquian	500-960	2092 - 4016.64
	Patina (con Repide)	300-700	753.12 - 2928.8
	Correr	500-930	2092 - 3891.12
	Alpinismo	200-960	836.8 - 4016.64
	Lucha	900	3765.6
	Ejercim	530-585	2217.52 - 2447.64

TABLA VI

Una persona con una alimentación disminuida en cuanto a cantidad de carne en sus comidas, incrementa su metabolismo en 4 y 5 % debido al coste digestivo.

Cuando en una dieta, con insuficiencia en proteínas, la conversión en aminoácidos de estas últimas durante el proceso digestivo y asimilativo, son aprovechados en la reposición de tejidos gastados, no existe coste de la digestión. Por el contrario una dieta con alto contenido en proteínas (carne) puede alcanzar los valores de A.D.E. de 12-18% en exceso calórico.

La regla general será añadir en un 10% a la suma del metabolismo básico y el gasto calórico del trabajo y/o del ejercicio.

3.6 Kilojoules en la fórmula METABOLISMO BASAL DE DUBOIS  
Y EN LA FÓRMULA HARRIS-BENEDICT.

Hasta hace poco tiempo los nutriólogos usaron otra medida de energía, la Caloría. Esta unidad es utilizada en otras ciencias muy frecuentemente como en algunas otras no. Esto presenta algunos inconvenientes por lo que los científicos están conviniendo usar un sistema de unidades común. En este aspecto el SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES es el adecuado. En son parte de este sistema de unidades los Kjoules, así como, los metros, los kilogramos, los segundos, etc. Las Calorías son parte del SISTEMA INGLÉS DE UNIDADES, también los pies, las libras, los slugs, etc. Es así que :

La fórmula del metabolismo basal de Dubois queda:

$$Mb = (A) (4.184 PAB) \quad - - - \quad 3.6$$

Y para las fórmulas Harris-Benedict (3.4 y 3.5) quedan :

en donde :

Para hombres  $h = 278.123 + 57.534w + 20.9338s - 28.263a$

Para mujeres  $h = 2740.919 + 40.0132w + 7.7387s - 19.5627a$

- - - 3.8

Para las fórmulas 3.7 y 3.8

h- energía gastada en un día de 24 hrs. en Kj

w- peso del cuerpo en kg.

s- estatura en cm.

a- edad en años.

Para la fórmula 3.6

Mb - metabolismo basal.

A - área superficial corpórea.

MMB- proporción metabólica basal.

3.7 Cálculo de metabolismo basal

una vez que conocemos las fórmulas más utilizadas para el cálculo del metabolismo basal veamos la aplicación para ambas fórmulas.

Son tres los datos que nos interesan, para obtener un resultado. Estos son:



- 1) EL PESO CORPORAL DEL INDIVIDUO
- 2) LA ESTATURA
- 3) LA EDAD

La edad se usa para conocer la proporción metabólica que se encuentra en la TABLA I (sección 3.3) en la aplicación para la fórmula de Dubois.

Para la fórmula de Harris-benedict los tres datos se utilizan directamente para obtener el resultado de gasto energético. Podemos hacer ahora una aplicación de la fórmula de Dubois, introduciendo un modelo real que nos sirva de ejemplo a lo largo del desarrollo de ésta tesis.

veamos el caso del Sr ARM. como Obrero de la empresa "Productividad S.A."

El Sr. ARM. tiene como oficio el ser encuadernador. Se le ha pesado al Sr. ARM registrandose un peso de 70 kg. Se le mide y se registra una estatura de 170 cm.

El caso del Sr. ARM se toma como la muestra de una población de un sector determinado dentro de una empresa. En este caso los encuadernadores de la empresa "Productividad S.A.". Los valores obtenidos son la media obtenida de un conjunto de datos como pesos, estaturas y edades.

Ahora, aplicando la fórmula 3.31 (sección 3.2) encontramos el área superficial del señor ARM.

Sea :  $\log A = 0.425 \log W + 0.725 \log h - 2.1436$

en donde :

$$W = 70 \text{ kg.}$$

$$h = 170 \text{ cm.}$$

$$A = \text{Área Superficial corpórea ? } (\text{m}^2)$$

Sustituyendo estos valores queda :

$$\log A = (0.425 \log 70) + (0.725 \log 170) - (2.1436)$$

$$\log A = (0.7841) + (1.6170) - (2.1436)$$

$$\log A = (0.2576)$$

$$A = 1.8097 \text{ m}^2$$

una vez obtenida el área superficial del cuerpo del Sr. ARM buscamos su proporción metabólica basal en la tabla I (sección 3.3). En la columna uno, fila cuatro, encontramos el intervalo dentro del que se encuentra la edad del Sr. ARM continuando sobre esa misma fila hasta llegar a la columna tres (varones-día) encontramos el valor numérico 948, que es la cantidad de calorías por unidad de área corporal en un día de 24 hrs.

De esta forma el metabolismo del Sr. ARM es :

$$Mb = (A) \times (FMB)$$

$$A = 1.8097 \text{ m}^2$$

$$FMB = 948 \text{ Cal/m}^2\text{:día}$$

Sustituyendo :

$$Mb = (1.8097) (946)$$

$$Mb = 1715.6 \text{ Cal.dia}$$

$$Mb = 7178 \text{ Kj.dia}$$

El gasto de energía del Sr. ARM. será alrededor de 1715.6 Cal.d(7178 Kj.dia). Esto es cuando el cuerpo del Sr. ARM. se halla en reposo completo y sin la influencia estimulante del alimento, que le elevaría en un porcentaje en razón al contenido proteínico y ha su calidad del alimento. Ahora, aplicando la fórmula de Harris-Benedict (3.7 secc: 3.6), el resultado es el siguiente :

$$h = 278.123 + 57.534w + 20.9338s - 28.263a$$

Para los siguientes valores,

$$w = 70 \text{ Kg.}$$

$$s = 170 \text{ cm.}$$

$$a = 25 \text{ años.}$$

Sustituyendo estos valores en la fórmula Harris-Benedict,

$$h = 278.123 + 57.534(70\text{Kg}) + 20.9338(170\text{cm}) - 28.263(25\text{años})$$

$$h = 7157.674 \text{ kJ} \quad \underline{\text{Cal.}} \quad \frac{7157.674}{4.184} \quad 1710.72 \quad \text{Cal.día}$$

$$h = 1710.72 \text{ Cal.día}$$

Podemos observar que el resultado guarda cierta aproximación con la fórmula de Dubois, para comparar los resultados podemos usar ambas fórmulas indistintamente.

Como dato curioso ésta cantidad de energía gastada equivaldría a :

193.5 g de aceite aproximadamente 3/4 de un vaso.

444 g de azúcar refinada.

4, 625.5 g de cerveza.

230 g de mantequilla aproximadamente 2 1/2 barritas.

1,148 g de huevo aproximadamente 16 huevos.

i si acaso quisieremos un dato sonante esa misma cantidad de energía gastada equivaldría a la ingestión de 12,219.3 g de lechuga aproximadamente 24 lechugas de 500 g .

### 3.8 Cálculo de energía liberada durante el desempeño de una actividad

Para calcular el segundo gasto de energía del Sr. ARM, hágase un estudio de las actividades que se presentan con mayor frecuencia en el transcurso de un día normal de trabajo. Estímense las horas que se dedican a cada actividad.

Calcúlese el gasto de energía para ese conjunto de actividades.

Este tipo de cálculos serán lo más aproximados a la realidad y a consideración y experiencia del evaluador.

Para cada estudio de actividades laborales se incluyen aquellas actividades que definen en forma clara el desarrollo en general del día laboral del trabajador.

Siguiendo con el modelo del Sr. ARM resumimos en una tabla las actividades, la duración de estas y el gasto de energía para su desarrollo.

#	Actividad	Cal/Hr.	Horas V/H de día	Gasto Calórico
1	Vestir - Desvestir	33	1	33
2	Andar despacio	115	1	115
3	ENCUADERNAR	90	8	720
4	Hablar	20	2	40
5	ESCRIBIR LIBREO	85	2	170
6	SENTADO	15	2	30
				T- 1108 Cal

Tabla Modelo de Desempeño de las Actividades  
de una Persona durante el transcurso  
de un Día

### 3.9 Adición del Coste Digestivo (A.D.E.) y total del gasto Energético del Modelo.

Por último la adición del 10% de A.D.E. como acción de la ingestión y asimilación de los alimentos, es el punto final para determinar la cantidad total de energía gastada por un individuo en el tope de una jornada de trabajo normal en un día.

Siguiendo con nuestro modelo inicial del Sr. ANM., su cuadro energético final es el siguiente.

AREA SUPERFICIAL CORPORAL	1.81 m <sup>2</sup>
PROPORCIÓN METABOLICA	948 $\frac{\text{Cal.d}}{\text{m}^2}$
METABOLISMO BASAL	1715. Cal.d
METABOLISMO BASAL 10% A.D.E.	1887. Cal.d
GASTO ENERGETICO EN LA ACTIVIDAD	1108 Cal.d
GASTO DE ENERGIA TOTAL	2995. Cal.d

En este caso para la elaboración de un régimen dietético, el único dato que nos interesa conocer es el gasto de energía total. La elaboración de una dieta para el Sr. ANM. debe de cubrirse con una dieta que le proporcione 2995 calorías en un día para mantener un equilibrio energético de su organismo. El Ingeniero de Métodos puede ser un valioso auxiliar en la elaboración de dietas dentro de una compañía con una organización muy avanzada. Proporcionando los estándares de una operación y sus elementos,

la eficiencia del trabajador, la duración del turno, etc. Como nota cabe hacer ver que en el cálculo del gasto energético en la actividad ya esta incluida el 10% de A.D.S..

Ahora, el gasto de energía de 2995 Cal. equivaldría a proporcionar alimento en un día, repartido en la siguiente forma, 1497.5 Cal. de hidratos de Carbono, 748.75 Cal. de Grasas y 748.75 Cal. de Proteínas. Que en peso equivale aproximadamente a 314 g, 83 g, y 187 g respectivamente de cada nutriente. Seleccionando tres alimentos que contengan un alto índice de cada uno de los nutrientes mencionados. Para ejemplificar tomaremos el más alto índice de nutriente de cada alimento para hacer notar la cantidad que se requiere de cada uno de ellos.

Por ejemplo para 1497.5 Cal. se requieren aproximadamente 500 g de arroz, para 748.75 Cal. se requieren 85 g de aceite y para 748.75 Cal. de Proteínas se requieren 300 g de camarón seco. A simple vista esto nos da una idea que no es fácil seleccionar, combinar y cumplir con los requerimientos del organismo. Y si ha esto le aunamos como fin el cumplir con un objetivo específico, justifica la utilización de la programación lineal como una herramienta matemática en la elaboración de planes dietéticos.

CAPITULO IV

PROGRAMACION LINEAL Y REGIMENES DE ALIMENTACION :

Elaboración de Dietas.-

En el capítulo III nos hemos dedicado a determinar el gasto de energía equivalente, generado durante un día de trabajo normal del Sr. ARM.

En este capítulo nos dedicaremos a la utilización de la información obtenida en los capítulos anteriores.

Enumeremos los pasos para poder elaborar una dieta por medio de la programación lineal.

Estos pasos son :

- 4.1.- Obtención del gasto de energía Promedio (ver cap. III).
- 4.2.- Selección de los alimentos de cada grupo (ver tab. 1.1 y 1.2) (mínimo uno de cada grupo).
- 4.3.- Obtención de los valores nutritivos de los alimentos (ver tab. 2.1-2.4).
- 4.4.- Selección del Objetivo a Optimizarse (en nuestro modelo la minimización en la ingestión de colesterol).
- 4.5.- Estructuración de la Matriz Nutricional y evaluación.
- 4.6.- Resultados en Práctica.



#### 4.5 Estructuración y evaluación de la Matriz Nutricional.

Siguiendo con el modelo que hemos venido usando desde el capítulo III (sec. 3.7 a 3.9), el Sr. AMM se dispone a elaborar su dieta alimentaria utilizando la programación lineal. El Sr. AMM quiere obtener una dieta alimentaria que le proporcione los nutrientes necesarios para suplir el gasto energético que sufre continuamente en un día de trabajo normal. Su médico de cabecera le aconsejó que disminuyese la cantidad de colesterol que actualmente está consumiendo en su dieta normal. Con sus conocimientos de programación lineal el Sr. AMM quiere obtener el mejor resultado en cantidad y calidad de la selección de sus alimentos. Esto es, los alimentos que satisfagan su demanda energética y le mantengan en el mejor de los estados de salud.

El Sr. AMM selecciona los alimentos que cumplan con la regla de: "Seleccionar un alimento de cada grupo, como cantidad mínima en la elaboración de una buena dieta diaria (ver tablas 1.1 y 1.2), atendiendo también su muy particular sentido del gusto.

El problema fundamental del Sr. Arm. es su salud. Aunque en nuestro modelo el problema fundamental pudiese ser el mejor uso del dinero. En este caso el objetivo será minimizar la cantidad de una sustancia contenida en los alimentos.

En el caso de sustancias que cuyo exceso provocan un desequilibrio funcional en el organismo o en partes del organismo, habrá que minimizar la función objetivo. En casos de extremo, pues lo más sencillo sería suspender la ingestión de estos alimentos. Pero para las situaciones que requieren cierto control seguirán una metodología.

Las sustancias a minimizar contenidas en los alimentos pueden ser : el colesterol, los ácidos grasos, el cloruro de sodio etc.

Pero también habrá sustancias en las que haya que maximizar la función objetivo. Estas sustancias pueden ser tales como : Hierro, calcio, ac. ascórbico, riboflavina, etc. Regresando con nuestro modelo, empecemos resolviendo problemas preguntándonos.

Si el Sr. ARM selecciona para su desayuno los alimentos... que comúnmente se toman, ¿Cuántas calorías le proporcionará? y ¿que cantidad de colesterol ingerirá?, si estos son:

- 1.- un vaso de jugo de naranja (250 g).
- 2.- un par de huevos (140 g).
- 3.- Dos vasos de leche (500 g).
- 4.- un pan de dulce (20 g).

Contestando la primera pregunta.

a) ¿Cuántas Calorías le proporciona este desayuno?

Datos proporcionados por el Instituto Nacional de la Nutrición , nos dicen que :

100g jugo de naranja equivalen a 40 Kcal.

100g pan dulce equivalen a 433 Kcal.

100g leche equivalen a 59 Kcal.

100g huevos equivalen a 149 kcal.

Entonces,

$$\text{Jugo de naranja} = \frac{250 \times 40}{100} = 100 \text{ Kcal.}$$

$$\text{Pan dulce} = \frac{433 \times 20}{100} = 86.6 \text{ Kcal.}$$

$$\text{Leche} = \frac{500 \times 59}{100} = 295 \text{ kcal.}$$

$$\text{Huevos} = \frac{140 \times 149}{100} = 208 \text{ kcal.}$$

---

690.2 kcal.

La cantidad de Kcal que le proporcionará esta selección de alimentos corresponde a 690.2 Cal.

Contestando la pregunta dos.

b) ¿Que cantidad de colesterol ingerirá?

Si un gramo de leche da 0.14 mg de colesterol y un gramo

de huevo da 4.68 mg de colesterol, con esto y con la cantidad de alimentos seleccionados obtenemos el siguiente resultado :

(0.14 mg/g)(500 g de leche) 70 mg de colesterol

(4.68 mg/g)(140 g de huevo) 655.2 mg de colesterol

---

725.2 mg de colesterol

Según, información encontrada en la revista del consumidor no. 74, en la sección alimentos y nutrición en la página 12 nos dice que : El colesterol es un frecuente protagonista de preocupaciones. Se trata de un compuesto similar a las grasas y a los ácidos grasos que se encuentran en todas las células del cuerpo humano y de la sangre, como así también en la bilis. Según algunos estudios, su alto nivel en sangre puede propiciar la aparición de enfermedades cardiovasculares y de arteroesclerosis. De ahí que sea conveniente evitar el alto consumo de alimentos que contengan excesivo colesterol, como la yema de huevo, los productos lácteos y los comestibles de origen animal ricos en grasas. Se aconseja consumir unos 300 mg diarios, de modo que se lo incluya en la dieta sin llegar al nivel de riesgo.

con ésta información, la selección de alimentos hecha por el Sr. A.M. denota un alto contenido en colesterol, el cual rebasa por un poco más del doble recomendado. Este tipo de alimentos tomados diariamente al final de la semana totalizarían una cantidad exorbitante, en relación con el índice recomendado. Normalmente se recomienda tomar espaciadamente con alto contenido de colesterol.

una vez introducido lo anterior, ahora es cuando podemos hacer uso de la programación lineal. De lo que podemos adelantar diciendo que: Las variables de decisión serán la cantidad de cada uno de los alimentos a ingerir, los coeficientes de estas variables serán el valor nutritivo de los alimentos, los coeficientes de ganancia o costo de las variables serán las cantidades contenidas de sustancias nocivas (colesterol en este caso) por exceso de cada alimento. La limitación de capacidad será el equivalente al gasto de energía promedio que se debe sustituir por cada grupo de nutrientes .

Haciendo memoria del capítulo 1, para introducir la próxima pregunta, estudiamos que: El "Mínimo relativo" es la más pequeña cantidad de proteínas que con una cantidad fija de otras materias alimenticias (hidratos de carbono y grasas) sostiene el equilibrio nitrogenado.

El equilibrio nitrogenado es la entrada y salida de nitrógeno por medio de las proteínas ingeridas, para mantener un nivel balanceado de una dieta adecuada. Esto varía con la composición de la dieta. El mínimo absoluto es la más pequeña cantidad de proteínas, con la cual y bajo cualquier circunstancia, se puede mantener el equilibrio de nitrógeno. Esto se puede solamente alcanzar cuando la persona tiene un estado nutricional satisfactorio y vive de una dieta que contenga una mezcla óptima de materiales alimenticios. Este tipo de régimen alimenticio es el que contiene una cantidad suficiente de hidratos de carbono ( Aprox. 50% ), Grasas ( Aprox. de 20% a 30% ) y Proteínas ( Aprox. de 20% a 30% ) del total de energía gastada por el organismo en un día.

El Sr. AMB. se dispone a suplir el 30% del gasto de energía durante un día normal de actividad, en el desayuno. ¿Cuántas Kcal. deben ser suministradas de cada materia alimenticia, si el gasto calórico normal es de 3000 Kcal. aproximadamente (Ver sección 3.9).

El suministro de energía para el desayuno es:

$$3000 \text{ kcal. día} \times 0.3 = 900 \text{ kcal.}$$

Que se cubren con los alimentos seleccionados  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ .

el requerimiento de las materias alimenticias es :

hidratos de Carbono  $= 900 \text{ Cal.} \times 0.5 = 450 \text{ Kcal.}$

Grasas  $= 900 \text{ Cal.} \times 0.3 = 270 \text{ Kcal.}$

Proteínas  $= 900 \text{ Cal.} \times 0.2 = 180 \text{ Kcal.}$

---

ENERGIA TOTAL

900 Kcal.

El problema consiste en conocer la cantidad de cada uno de los alimentos que cumplan con la restricción de suministrar 900 Kcal. y que además cumplan con la optimización de la función objetivo.

Ahora, el siguiente paso es conocer el valor nutritivo de los alimentos. En esta forma por medio de las tablas de valor nutritivo, obtenemos :

MATERIAL	TIPO DE ALIMENTO				Kcal.
	X1	X2	X3	X4	
PROTEINAS	0.032	0.392	0.136	0.452	180
GRASAS	-	1.044	0.315	0.882	270
H. de C.	0.412	2.876	0.140	0.108	450

TABLA 4.1

Siendo las variables de decisión  $X_1, X_2, X_3, X_4$ .

En donde, :

$X_1$  ----- Cantidad de JUGO DE NARANJA

$X_2$  ----- Cantidad de PANDULGS

$X_3$  ----- Cantidad de LECHE

$X_4$  ----- Cantidad de HUEVO

Cuyas unidades estarán dadas en gramos. Los coeficientes de las variables de decisión son los valores que están debajo de las columnas  $X_1, X_2, X_3$  y  $X_4$ , cuyas unidades están dadas en Kcal/g. La columna B muestra los valores de energía que deben suministrarse por cada material alimenticio.

La función objetivo que debe minimizarse está dada por el contenido de colesterol de cada alimento. Así, para,  $X_1$  no hay colesterol, para  $X_2$  tampoco, para  $X_3$  0.14 mg/g y para  $X_4$  4.68 mg/g .

Con estos valores la función objetivo queda:

$$Z_{\min} = 0.0 X_1 + 0.0 X_2 + 0.14 X_3 + 4.68 X_4$$



hasta ahora, ya tenemos los cuatro primeros pasos descritos al principio de este capítulo, que son :

- 1.- Gasto de energía promedio 3000 Kcal.
- 2.- Alimentos de cada grupo  $X_1$  ,  $X_2$  ,  $X_3$  y  $X_4$  .
- 3.- valores Nutritivos ver tabla 4.1.
- 4.- función Objetivo  $Z_{min} = 0.14 X_1 + 4.68 X_4$

Para estructurar la matriz nutricional, veamos primero como está constituido el modelo matemático.

La resolución de problemas de programación lineal se resuelven obteniendo soluciones factibles; en este caso obteniendo valores de las cantidades de alimentos ( $X_j$ ); y por un proceso de iteraciones, mejorando las soluciones hasta obtener la solución óptima ( $Z$  maximizada o minimizada).

El método más utilizado para resolver problemas de programación lineal es el método SIMPLEX, que sencillamente consiste en la obtención de una matriz inversa, basada en el algebra matricial, para resolver un conjunto de ecuaciones lineales simultaneas, que comunmente son desigualdades que posteriormente deben ser transformadas en igualdades con la adición de variables holgura (para desigualdades con el signo menor o igual), variables artificiales (para igualdades) y la adición de variables de holgura negativa y var. artificiales (para desigualdades con el signo mayor o igual).

Por ejemplo, si una desigualdad es de la forma sig.:

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1j} X_j \leq b_1$$

una variable de holgura  $X_{j+1}$  ( $U_1$ ) será sumada en el primer miembro de la desigualdad, quedando la igualdad sig.:

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1j} X_j + X_{j+1} = b_1$$

Para una igualdad de la forma :

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1j} X_j = b_1$$

una variable artificial  $X_{j+1}$  ( $a_1$ ) será sumada en el primer miembro de la desigualdad, quedando la igualdad sig.:

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1j} X_j + X_{j+1} = b_1$$

Para una desigualdad de la forma :

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1j} X_j \geq b_1$$

una variable de holgura negativa  $X_{j+1}$  ( $U_1$ ) y una variable artificial  $X_{j+2}$  ( $a_1$ ) se suman al primer miembro de la desigualdad, así queda la siguiente igualdad:

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1j} X_j + (-X_{j+1}) + X_{j+2} = b_1$$

Estas son las tres formas de convertir las desigualdades en igualdades sumando o restando variables de holgura y sumando variables artificiales para obtener una matriz identidad (Ver página 298, Inv. de Op., Shamblin Mc. Graw-Hill 1974.). Para discutir el caso de maximización y minimización, podemos decir que la única variación requerida es el método de selección de la columna clave. En maximización se selecciona la variable con la pendiente mas positiva, ya que esta permite el mayor de la función objetivo por cada incremento en la variable. Por otro lado, en minimización se selecciona la variable con la pendiente mas negativa ya que esta permite la mayor disminución de la función objetivo por cada unidad de incremento en una variable. En nuestro caso estas variables son la cantidad de alimentos que se deben tomar para optimizar la  $Z$ .  $i$  que cumplan con las restricciones fijadas (Kcal por cada materia alimenticia). La solución final se manifiesta cuando al incrementar una variable ya no se mejora (aumente o disminuya según el objetivo planeado) la función  $Z$ . Los pasos para desarrollar los problemas de programación lineal se enuncian a continuación.

PASO 1.- Definir la función objetivo que debe maximizarse o minimizarse en función de las variables de decisión.

PASO 2.- Definir las limitaciones del problema en función de las desigualdades de restricción o de las ecuaciones

empleando las variables de decisión.

Paso 3.- Convertir las desigualdades en igualdades sumando o restando las variables de holgura ( $U_i$ ).

PASO 4.- Agregar las variables artificiales ( $a_j$ ) necesarias para obtener una matriz identidad.

PASO 5.- Determinar la función artificial que debe minimizarse despejando de cada ecuación de restricción pertinente, su variable artificial. i sumando todas las variables artificiales :

$$a_j = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_i$$

PASO 6.- formar la matriz inicial, insertando la fila objetivo Z y la fila de la función artificial  $a_j$ .

PASO 7.- Seleccionar la columna clave utilizando la fila  $a_j$  ; para minimizar seleccionar el valor mas negativo.

PASO 8.- Seleccionar la fila clave hallando la restricción limitante  $b_i/a_{ir}$ , donde  $b_i$  es el valor en cada una de las filas de la columna B y  $a_{ir}$  es el valor en cada una de las filas de la columna clave.

PASO 9.- Iterar utilizando operaciones con filas.

PASO 10.- repetir los pasos 8 y 9 hasta que la fila  $a_j$  no tenga valores negativos y el valor de B sea cero.

PASO 11.- Descartar todos los valores que provengan de las variables artificiales y tomar una nueva matriz.

PASO 12.- Maximizar o minimizar seleccionando la columna clave. Para maximizar se selecciona el valor mas positivo de la fila Z, o para minimizar el valor mas negativo.

PASO 13.- Seleccionar una fila clave  $b_i/a_{ir}$  hallando el limite positivo mas pequeño (Ver Cap. 8, l.O. Sasieni, ed.-

PASO 14.- iterar empleando como antes operaciones con las filas; continuar repitiendo los pasos 12 hasta 14 hasta optimizar.

Descritos los pasos para resolver un problema de programación lineal, apliquémoslos a nuestro modelo inicial.

Paso 1.- Definir la función objetivo que debe minimizar la cantidad de colesterol en el desayuno del Sr. AKM. en función de la cantidad de cada uno de los alimentos a tomar.

$$Z_{min} = 0.14 X_3 + 4.68 X_4$$

Paso 2.- Definir las limitaciones de la energía calórica a sustituirse por cada uno de los materiales alimenticios empleando las variables de decisión.

$$0.032X_1 + 0.392X_2 + 0.136X_3 + 0.452X_4 \leq 180 \text{ Kcal. --- } \textcircled{1}$$

$$1.044X_2 + 0.315X_3 + 0.882X_4 \leq 270 \text{ Kcal. --- } \textcircled{2}$$

$$0.412X_1 + 2.876X_2 + 0.140X_3 + 1.08X_4 \leq 450 \text{ Kcal --- } \textcircled{3}$$

Las ecs. 1 a 3, son las ecs. que representan el contenido calórico de cada material alimenticio, aumentando en un gramo cada uno de los alimentos mencionados ( $X_j$ ).  
Otras restricciones son: que la ingestión de proteínas de los alimentos dados debe ser menor o igual, a la misma ingestión de alimentos para las grasas y para los carbohidratos. ver desigualdades 4 a 6.

$$0.032 X_1 + 0.392 X_2 + 0.136 X_3 + 0.452 X_4 \leq 1.044 X_2 + 0.315 X_3 + 0.882 X_4$$

$$0.032 X_1 - 0.652 X_2 - 0.179 X_3 - 0.43 X_4 \leq 0 \quad \text{--- (4)}$$

$$1.044 X_2 + 0.315 X_3 + 0.882 X_4 \leq 0.412 X_1 + 2.876 X_2 + 0.14 X_3 + 1.08 X_4$$

$$-0.412 X_1 - 1.832 X_2 + 0.175 X_3 + 0.774 X_4 \leq 0 \quad \text{--- (5)}$$

$$0.032 X_1 + 0.392 X_2 + 0.136 X_3 + 0.452 X_4 \leq 0.412 X_1 + 2.876 X_2 + 0.140 X_3 + 0.108 X_4$$

$$-0.38 X_1 - 2.484 X_2 - 0.004 X_3 + 0.344 X_4 \leq 0 \quad \text{--- (6)}$$

Todas estas desigualdades son consecuencia de los datos de la TABLA 4.1 .

La última restricción es que : La dieta deba incluir por lo menos una ración de cada alimento sin que excedan las restricciones iniciales dadas por las desigualdades 1 a 3. Ver las desigualdades 7 a 10 .

$$0.032 X1 \geq 0.086 (93.24) \geq 8 \text{ kcal. --- 7}$$

$$0.392 X2 \geq 0.210 (93.24) \geq 19.6 \text{ kcal. --- 8}$$

$$0.136 X3 \geq 0.365 (93.24) \geq 34 \text{ kcal. --- 9}$$

$$0.452 X4 \geq 0.339 (93.24) \geq 31.6 \text{ kcal. --- 10}$$

Todas estas desigualdades forman parte de las limitaciones en función de los requerimientos calóricos y de los materiales alimenticios.

Paso 3.- y Paso 4.- Convertir las desigualdades en igualdades sumando o restando las variables de holgura. Que en este caso son los energéticos faltantes por cada material alimenticio. Y agregar las variables artificiales que son variables provisionales que nos servirán para hallar una solución factible minimizándolas hasta que tomen el valor de cero.

- 79 - ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Así las desigualdades 7 a 10 quedan :

$$0.032 X1 - X5 + X6 = 8$$

$$0.392 X2 - X7 + X8 = 19.6$$

$$0.136 X3 - X9 + X10 = 34$$

$$0.452 X4 - X11 + X12 = 31.64$$

i la FUNCION ARTIFICIAL que debe minimizarse,

$$\sum_{i=1}^n a_i = a_j$$

$$(a_1) \text{---} X6 = 8 - 0.032 X1 + X5$$

$$(a_2) \text{---} X8 = 19.6 - 0.392 X2 + X7$$

$$(a_3) \text{---} X10 = 34 - 0.136 X3 + X9$$

$$(a_4) \text{---} X12 = 31.64 - 0.452 X4 + X11$$

---

$$a_j = 93.24 - 0.032X1 - 0.392X2 - 0.136X3 - 0.452X4 + X5 + \\ + X7 + X9 + X11$$



Las desigualdades 1 a 6 quedan :

$$0.032 X_1 + 0.392 X_2 + 0.136 X_3 + 0.454 X_4 + X_{13} = 180$$

$$1.044 X_2 + 0.315 X_3 + 0.882 X_4 + X_{14} = 270$$

$$0.412 X_1 + 2.876 X_2 + 0.140 X_3 + 0.108 X_4 + X_{15} = 450$$

$$0.032 X_1 - 0.652 X_2 - 0.179 X_3 - 0.430 X_4 + X_{16} = 0$$

$$-0.412 X_1 - 1.832 X_2 + 0.175 X_3 + 0.774 X_4 + X_{17} = 0$$

$$-0.380 X_1 - 2.474 X_2 - 0.004 X_3 + 0.334 X_4 + X_{18} = 0$$

Paso 5.- Este paso se resolvió en el paso 3 y 4.

Paso 6.- Para formar la matriz inicial, insertando la fila objetivo  $Z_j$  y la fila de la función artificial  $a_j$  y la fila de la selección de la columna clave  $b_i/a_{ir}$ , primero se introducen las restricciones obtenidas en los pasos 3, 4 y 5. ver el primer cuadro de la TABLA 4.2 .

Pasos 7 a 14.- Estos pasos se pueden ver en las TABLAS 4.2 y 4.3, que llevan el desarrollo de todas las iteraciones en cinco cuadros. La cuarta iteración nos da el resultado deseado. veamos a continuación como quedan :

	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	$P_6$	$P_7$	$P_8$	$P_9$	$P_{10}$	$P_{11}$	$P_{12}$	$P_{13}$	$P_{14}$	$P_{15}$	$P_{16}$	$P_{17}$	$P_{18}$	$P_{19}$	$P_{20}$	$B$	
$X_i$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{14}$	$X_{15}$	$X_{16}$	$X_{17}$	$X_{18}$	$X_{19}$	$X_{20}$	$B$	
$P_1$	0.032	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
$P_2$	0	0.392	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19.6
$P_3$	0	0	0.136	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
$P_4$	0	0	0	0.452	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31.4
$P_5$	0.032	0.392	0.136	0.452	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	180
$P_6$	0	1.049	0.315	0.882	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	210
$P_7$	0.412	2.876	0.140	0.108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	480
$P_8$	0.032	-0.452	0.119	-0.430	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
$P_9$	-0.412	-1.832	0.135	0.774	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
$P_{10}$	-0.336	-2.919	-0.004	-0.314	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
$Z_i$			0.14	4.48																		
$a_i$	-0.032	-0.392	-0.136	-0.452	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-93.29
$b_i/a_i$												30.1	396.5	306.1	416.7							
$P_1$	0.032	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
$P_2$	0	0.392	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19.6
$P_3$	0	0	0.136	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
$X_4$	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-2.212	2.212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
$P_6$	0.032	0.392	0.136	0	0	0	0	0	0	0	1.004	-1.004	1	0	0	0	0	0	0	0	0	148.2
$P_7$	0	1.049	0.315	0	0	0	0	0	0	0	1.951	-1.951	0	1	0	0	0	0	0	0	0	208.7
$P_8$	0.412	2.876	0.140	0	0	0	0	0	0	0	0.235	-0.235	0	0	1	0	0	0	0	0	0	492.4
$P_9$	0.032	-0.452	0.119	0	0	0	0	0	0	0	0.951	-0.951	0	0	0	1	0	0	0	0	0	30.10
$P_{10}$	-0.412	-1.832	0.135	0	0	0	0	0	0	0	-1.712	1.712	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-54.18
$P_{11}$	-0.336	-2.919	-0.004	0	0	0	0	0	0	0	0.339	-0.339	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-23.36
$Z_i$	0	0	0.14	0	0	0	0	0	0	0	10.352	-10.352	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-321.6
$a_i$	-0.032	-0.392	-0.136	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-61.6
$b_i/a_i$													378	199.5	153.8							
$P_1$	0.032	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
$X_2$	0	1	0	0	0	0	-2.551	2.55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
$P_{13}$	0	0	0.136	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
$X_4$	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-2.212	2.212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
$P_{15}$	0.032	0	0.136	0	0	0	1	-1	0	0	1.049	-1.049	1	0	0	0	0	0	0	0	0	126.62
$P_{16}$	0	0	0.315	0	0	0	0	0	0	0	1.951	-1.951	0	1	0	0	0	0	0	0	0	151.0
$P_{17}$	0.412	0	0.140	0	0	0	0	0	0	0	0.235	-0.235	0	0	1	0	0	0	0	0	0	248.6
$P_{18}$	0.032	0	-0.119	0	0	0	-1.663	1.613	0	0	0.951	-0.951	0	0	0	1	0	0	0	0	0	62.7
$P_{19}$	-0.412	0	0.135	0	0	0	-4.613	4.233	0	0	-1.712	1.712	0	0	0	0	1	0	0	0	0	31.4
$P_{20}$	-0.336	0	-0.004	0	0	0	-6.336	6.336	0	0	0.339	-0.339	0	0	0	0	0	1	0	0	0	106.82
$Z_i$	0	0	0.14	0	0	0	0	0	0	0	10.352	-10.352	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-221.6
$a_i$	-0.032	0	-0.136	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-42
$b_i/a_i$													945.7	661	2122.6							833

T. S. LA

	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>	P <sub>8</sub>	P <sub>9</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>11</sub>	P <sub>12</sub>	P <sub>13</sub>	P <sub>14</sub>	P <sub>15</sub>	P <sub>16</sub>	P <sub>17</sub>	P <sub>18</sub>	P <sub>19</sub>	P <sub>20</sub>	
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	X <sub>15</sub>	X <sub>16</sub>	X <sub>17</sub>	X <sub>18</sub>	X <sub>19</sub>	X <sub>20</sub>	
0.032	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
0	1	0	0	0	0	0	-2.551	2.551	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
0	0	1	0	0	0	0	0	0	-7.353	7.353	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-2.212	2.212	0	0	0	0	0	0	0	0	70
0.032	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	1.644	-1.644	1	0	0	0	0	0	0	0	0	94.62
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.316	-2.316	1.951	-1.951	0	1	0	0	0	0	0	72.25
0.412	0	0	0	0	0	0	7.334	-7.334	1.030	-1.03	0.219	-0.219	0	0	1	0	0	0	0	0	263.4
0.032	0	0	0	0	0	0	-1.643	1.643	-1.316	1.316	0.951	-0.951	0	0	0	1	0	0	0	0	103.95
0.412	0	0	0	0	0	0	-4.673	4.673	1.286	-1.286	-1.712	1.712	0	0	0	0	1	0	0	0	-6.35
0.380	0	0	0	0	0	0	-6.332	6.332	-6.63	6.63	0.719	-0.719	0	0	0	0	0	0	0	1	104.82
Z <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	1.03	-1.03	10.352	-10.352	0	0	0	0	0	0	0	0	-32.6
Z <sub>2</sub>	-0.32	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-8
Q <sub>1</sub>						250							2451		659.8	1476					
X <sub>1</sub>	1	0	0	0	-31.25	31.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250
X <sub>2</sub>	0	1	0	0	0	0	-2.551	2.551	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
X <sub>3</sub>	0	0	1	0	0	0	0	0	-7.353	7.353	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250
X <sub>4</sub>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-2.212	2.212	0	0	0	0	0	0	0	0	70
P <sub>1</sub>	0	0	0	0	1	-1	1	-1	1	-1	1.644	-1.644	1	0	0	0	0	0	0	0	84.62
P <sub>2</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.316	-2.316	1.951	-1.951	0	1	0	0	0	0	0	72.25
P <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0	17.875	-17.875	7.334	-7.334	1.03	-1.03	0.219	-0.219	0	0	1	0	0	0	104.4
P <sub>4</sub>	0	0	0	0	0	0	1	-1	-1.643	1.643	-1.316	1.316	0.951	-0.951	0	0	0	1	0	0	99.95
P <sub>5</sub>	0	0	0	0	0	0	-17.875	17.875	-4.673	4.673	1.286	-1.286	-1.712	1.712	0	0	0	0	1	0	96.65
P <sub>6</sub>	0	0	0	0	0	0	-11.875	11.875	-6.332	6.332	-6.63	6.63	0.719	-0.719	0	0	0	0	0	1	104.82
Z <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	1.03	-1.03	10.352	-10.352	0	0	0	0	0	0	0	0	-32.6
Z <sub>2</sub>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TABLE 1.3

JAU MENDUR AJUMED DUA 20 DE SEPTAK 2013

Juga de na PAUJA 250g a lase  
 Pau dulce 50g a 200g  
 Lase 200g a lase  
 Huru 10g a lase  
 Pante na Pa PAUJE = 84.62 Kcal  
 GRAJA FALUTE = 72.25 Kcal  
 H. de CARO = 104.4 Kcal

CAPODAB Iate ma de CAPODAB :  
 367.6 mg  
 DIFE REACIN DE CARO que ESTE :  
 Pante na VS. GRAJA = 96.65 Kcal  
 GRAJA VS. H. de C. = 96.65 Kcal  
 Pante na VS. H. de C. = 104.8 Kcal

En donde las variables  $P_i$  asignadas van a ser cambiadas por las variables que entran. En el primer cuadro de la TABLA 4.2 podemos apreciar que la variable que entra es  $X_4$  y la variable  $P_i$  que sale es  $X_{12}$ . En la fila  $a_j$  se indican con una flecha apuntando hacia arriba y en la fila  $b_i/a_{ir}$  con una flecha apuntando hacia abajo respectivamente.

Los demás cuadros muestran las operaciones de algebra matricial utilizadas en este tipo de problemas matemáticos. En la columna B se irán obteniendo los resultados de cada variable  $P_i$  que entra en cada iteración. Así también, los cambios que va sufriendo la función objetivo al ir... obteniendo estos cambios de variables.

Al final del último cuadro se leen los resultados obtenidos en cada una de las variables  $P_i$  y de la función  $Z_j$  bajo la columna B.

Así, por ejemplo, en la fila X1 al final leemos el valor de 250, que corresponde a 250 gramos de jugo de naranja. Los valores de las variables P13, P14, P15, P16, P17 y P18 corresponden a los valores de las variables de holgura de las ecuaciones 1 a 6. Todo esto está en la tabla 4.3. La interpretación de estos resultados se pueden leer al final de la TABLA 4.3.

Una vez, que hemos llegado al resultado final, pudimos observar que hubo un faltante de proteínas, hidratos y grasas.<sup>6</sup> Una pregunta muy práctica que puede surgir con respecto a una solución optimal de programación lineal, es el efecto que se produce al aumentar o disminuir un recurso limitante. En este caso, el limitante se ha disminuido casi al doble. Esto afecta no sólo el objetivo resultante (ganancia perdida) sino también la composición del producto. Los cambios grandes de un recurso limitante siempre ocasionan un cambio de las variables de la solución. Estos cambios los podemos observar en la tabla 4.4. Ahí, vemos que el producto a cambiado a solamente pan y leche. con un incremento mínimo de colesterol de 10 mg. Esta cantidad de alimentos debe adicionarse a las cantidades obtenidas en la tabla 4.3.

De donde quedará como resultado final la tabla 4.5.

Esta tabla nos da como resultado que el posible desayuno del Sr. ARM. tomado en las cantidades mostradas en la tabla 4.5, estará dentro de los límites permisibles de la ingestión diaria de colesterol recomendada.

Este modelo es útil para cualquier tipo de alimentos seleccionados y para cualquier tipo de Z a maximizarse o minimizarse.

<sup>6</sup>Ver, Pag. 365, Inv. de Op., Shamblin, Ed. Mc. G.Hill 1974.



DIETA SIMPLEX		
Alimento	Cantidad	Equivalencia
Jugo de naranja	250 g	1 vaso
Pan dulce	102 g	5 pzas. (20 g)
Leche	322 g	1.5 vasos
Huevo	70 g	1 pza.
Cantidad de Colesterol 372.6 mg		
Proteína faltante 56.2 kcal. (14g)		

TABLA 4.5

#### 4.6 resultados en Práctica

Por último para concluir podemos comparar los resultados de la programación lineal, con los de la dieta común que fué señalada en las hojas primeras.

##### Dieta Común

##### Dieta Simplex

###### CANTIDADES:

###### CANTIDADES:

Jugo de N. - 250 g

250 g

Pan dulce - 20 g

102 g

Leche - 500 g

322 g

Huevo - 140 g

70 g

---

total 910 g

---

744 g

###### ENERGIA:

###### ENERGIA:

Proporcionan - 690.2 Kcal

Propocionan - 843.8 Kcal

###### COLESTEROL:

###### COLESTEROL:

725.2 mg

372.6 mg

TABLA 4.6



A simple vista podemos notar que la diferencia de cantidades de alimentos entre la dieta común y la dieta simplex es de 166 g, que refleja un peso menor en el estómago y que implica una actividad menor del aparato digestivo. Al costo del desayuno también se ve afectado en cuanto a la cantidad de alimentos y a su clase en el precio de mercado. Este es un factor importante para el tipo de clase social que impera en nuestro país. En este caso el costo es semejante en ambas dietas. Para un problema de este tipo; de programación lineal es incluíble como una ganancia de circulante en nuestro bolsillo y no en el del comerciante; es posible por ser un factor imperante.

La energía utilizable en el organismo es superior en la dieta simplex. Nos proporciona 153.6 Kcal mas utilizables para el desempeño mas eficiente de trabajo. Con una cantidad menor de alimentos obtenemos una superioridad de energía en la dieta simplex.

En el objetivo trazado en nuestra dieta modelo, notamos que hemos logrado disminuir la cantidad de sustancias nocivas para la salud en un 48.6%. Además, de obtener una cantidad que no daña nuestra salud, es decir, estamos dentro de las cantidades de colesterol que se pueden ingerir en un día.

Esto es solo un ejemplo de lo mucho que se puede hacer con esta herramienta matemática para el beneficio de una persona, grupo, colectividad, etc..

CAPITULO V

BENEFICIOS ECONOMICOS Y UTILIDAD SOCIAL DE UN PAIS BIEN

NUTRIDO:

5.1.- BENEFICIOS ECONOMICOS.-

La gran mayoría de las cosas necesarias para la vida son el resultado del esfuerzo conjunto de numerosas personas. El lápiz, representa el esfuerzo de quienes sacan de las minas el granito; de los que preparan la madera en la calidad necesaria para envolver la barrita de granito que constituye el lápiz; de todas las personas que intervienen para que sea posible disponer de la goma; los que intervienen en la fabricación, de la laminita que sujeta la goma; del grupo numeroso de personas que hicieron posible la pintura que da color al lápiz y a la lámina. En fin, que aun cuando parezcan cosas minúsculas, son derivadas del esfuerzo de muy numerosas personas, seguramente de varios miles de ellas, que con su trabajo hacen posible el lápiz que usamos. Cuando es preciso escribir y no disponemos del lápiz, sentimos una situación incomoda; pero cuando tenemos un lápiz nuevo, con buena punta y en nuestra cartera otros dos nuevos sin usar, sentimos satisfacción y esa satisfacción nos proporciona un grado de bienestar.

en forma semejante a la obtención del lápiz, nos referimos a los alimentos, cuya abundancia proporciona satisfacción a todos. Además de satisfacción, nos proporcionan la energía necesaria (balanceando los nutrientes) para poder realizar un esfuerzo y a través de un trabajo específico crear un bien o desempeñar un servicio capaz de hacer sentir bien al otro. Con esto poder desencadenar un afán colectivo, con las energías suficientes y eficientes de llevar una vida económica mas saludable en todos sus aspectos.

Seguramente se generará un ambiente creador capaz de sustituir e implementar tecnologías, desarrollando investigación con hombres que desde su gestación recibieron los nutrientes necesarios y adecuados. Como los aminoácidos que constituyen a la proteína necesaria en las neuronas para realizar procesos mentales.

Una empresa no puede funcionar adecuadamente, si la preocupación es tener mejores estándares y mejores métodos de trabajo. Para mantener un Sistema de Métodos eficiente necesitamos que el material involucrado para producir bienes y servicios este en perfectas condiciones de hacerlo.

estas condiciones se adquieren bajo un régimen alimentario eficiente.

Insistiendo, para que una persona pueda disfrutar de comodidades es preciso que numerosísimas personas destinen sus esfuerzos, para lograr que existan alimentos suficientes, muebles agradables, transportes, agua, luz eléctrica, ropa limpia, por decir algo. Aún la misma persona que disfruta de esas comodidades ha tenido que dedicar largos años de esfuerzo y estudio, de trabajo y ahorro, para que su capacidad le rinda beneficios económicos que le permitan disfrutar de ese bienestar. La vida humana se caracteriza porque constantemente tenemos relación con nuestros semejantes. Pero de todas las relaciones sociales, son de naturaleza económica aquellas que establecen los individuos para dar satisfacción a sus necesidades materiales.

Para satisfacer esas necesidades todos en conjunto debemos trabajar. Así, como un coche necesita de gasolina, aceite, agua y corriente eléctrica para funcionar, los seres humanos necesitamos de los alimentos los nutrientes adecuados para desempeñar una actividad específica en óptimas condiciones.

un grupo de hombres destina su actividad para lograr que otro grupo realice su actividad. Y así llegamos a la conclusión de que lo esencial es la colaboración entre todos los hombres de la tierra. Nuestra felicidad, nuestra seguridad y nuestro progreso no son únicos ni personales. Dependen de toda la sociedad, del grupo al cual pertenecemos. Nos interesan la seguridad y la felicidad de todos, puesto que de ellas se derivan las nuestras. La satisfacción de nuestras necesidades se obtiene directamente de lo que hagan las demás personas. El progreso o el atraso de la sociedad motivan nuestro progreso o nuestro atraso. Es forzoso insistir en que todos estemos ligados y que nuestra conducta influye en todos los demás sectores. La interrupción de un proceso abarcaría multitud de procesos, interrumpiéndolos también. Simplemente el mal funcionamiento de un proceso y su velocidad, es motivo también de alcanzar nuevos objetivos que recaigan en un progreso social y económico. Esta velocidad de avance recae directamente en las personas que prestan su mano de obra en las fábricas, si estas personas están bien alimentadas tendrán el vigor necesario para emprender trabajos y obras superiores. Condición previa para remediar nuestras necesidades será tener el dinero con el cual se obtengan los satisfactores. De ahí que halla necesidad de trabajar para adquirir las

monedas que pueden ser cambiadas por aquellos útiles que nos son precisos.

Si seguimos la cadena que se forma para que los alimentos estén en la mesa, veremos que el pan ha sido formado de trigo cultivado en lugar lejano, transportado al lugar en que debe de ser molido y convertido en harina, la cual todavía sufre una serie de procesos en la panadería antes de que pueda estar en condiciones de ser ingerida en forma apropiada para nuestra naturaleza.

Todos estos señores desempeñan actividades las cuales implican un gasto de energía, que demandan una buena alimentación, cuyo fin es satisfacer las necesidades de los demás. Las máquinas han sido construídas del metal extraído de las profundidades de las tierras y sometido a largos y complicados procesos. Ese aspecto, nos trae a la mente, el trabajo de centenares y miles de operarios que han puesto sus conocimientos y sus esfuerzos para lograr una parte minúscula, pero siempre importante, de la cadena que hace posible un bienestar a cambio de un esfuerzo.

Don Benito Juárez decía que la instrucción era el medio más eficaz de evitar los abusos del poder. Pero esta no es posible si se carece de los elementos para construir escuelas, amueblarlas, obtener libros y todo lo que es

complementario de la instrucción. Todo esto es posible con el esfuerzo humano que desempeñan las personas que realizan estas actividades. Por lo que, implica una sustitución por alimentos este gasto de energía.

#### 5.2 Utilidad Social.-

La producción es la creación de satisfactores; en rigor, es incorporar utilidad a las cosas o actos humanos de manera que sirvan para satisfacer las necesidades.

Pero el hombre no puede crear en el sentido estricto de la palabra por lo cual debe entenderse propiamente como la creación de utilidad.

El hombre no puede crear la madera, pero sí puede cortar un árbol, aserrarlo, formar tablas y con ellas armar una mesa. En esos actos ha incorporado utilidad a la madera, de tal modo que ésta le sea útil en la forma de mesa.

La arcilla no la puede crear, pero sí puede moldearla, cocerla y transformarla en platos, en los cuales sirva sus alimentos.

La actividad de un hombre no siempre tiene como resultado un objeto útil a sus necesidades. Muchas veces sólo realiza una parte del proceso.

El obrero que vigila la caldera de una fábrica tiene una mínima participación en el proceso de la producción, im-

portante desde luego, puesto que sin el calor de la caldera se interrumpirá todo el proceso productivo. Puede ser también una participación indirecta, como en el caso de un consejero industrial.

Producir es incorporar utilidad. Pero como un hombre, con sus propias fuerzas, no podría producir todo lo necesario para vivir y menos para lograr satisfacción a sus necesidades, generalmente sucede que produce, o contribuye a que otros produzcan, y recibe en cambio los satisfactores que el resto de la colectividad produce. Aprovecha y recibe a cambio de su producción personal, la producción del resto de la sociedad. La producción es un proceso social, esencialmente cooperativo.

La mas preciada riqueza es el hombre mismo. De él depende todo. A su tenaz voluntad y a su esfuerzo continuado se debe el progreso. Por ello, insistiremos una vez más, en su condición de eje y motor de toda la producción.

### 5.3 Proposito de aumentar la Producción

Desgraciadamente la realidad demuestra que la producción actual en México es deficiente si se toma en cuenta a la nación en su conjunto. Sin embargo, no debe olvidarse que comparada la situación actual con la de hace cincuenta años, las cifras actuales son muy superiores y por lo mismo, altamente significativas de un progreso. Esto, a pesar



de la serie de trastornos políticos que necesariamente hubieron de afectar la estabilidad de los factores de la producción.

Ahora pueden considerarse ajustadas las fuerzas sociales que en el pasado no permitieron el equilibrio justo que es base indispensable para lograr una mayor producción que termine nuestra ancestral pobreza. No debemos olvidar que todo buen éxito y particularmente en el campo económico, dependen sobre todo de la continuidad y la perseverancia.

Por otra parte, tengamos en cuenta que el progreso o el atraso de nuestra nación se deben en el fondo a lo que realice cada individuo. Si cada persona procura elevar su productividad, mediante la ejecución cada vez mejor de su tarea, pronto podrán allegarse condiciones colectivas favorables que a su vez procurarán a cada individuo mejores oportunidades. Por lo contrario, si una parte de los mexicanos no coopera en esta magna tarea de engrandecer a México, las condiciones económicas colectivas se volverán desfavorables para todos los individuos que trabajen tendrán que soportar un lastre que hará difícil el cumplimiento de su deber; y de otra manera si los individuos tienen los deseos de cooperar y la sociedad se los niega encareciendo los alimentos necesarios para desempeñar un digno trabajo y sea repercutible en beneficio de todos, también ocurrirá una disminución en la velocidad para

progresar; esto se traducirá en difíciles oportunidades, precios inaccesibles, escasez y monótonos satisfactores. La urgente empresa de aumentar la producción de México, depende sobre todo de un vigoroso propósito y de un impulso creador, virtudes que se encuentran preferentemente en la juventud.

La fé en México, unida a la capacidad y a la perseverancia permitirán a los ciudadanos establecer empresas productivas con felices resultados. De ahí resultarán para el individuo suficientes ingresos en dinero y derivaciones favorables para la economía de la nación.

Conceptos que comparto de "EL HOMBRE Y LA ECONOMIA", de Benito Solís Luna.

CONCLUSION

LA PRODUCTIVIDAD ES LA ACTIVIDAD DE GENERAR SATISFACTORES EN UNA CANTIDAD SUFICIENTE PARA CUBRIR LAS NECESIDADES DEL MEDIO QUE LAS CONSUME. CADA SATISFACTOR ES PRODUCTO DE DIFERENTES Y DIVERSAS ACTIVIDADES QUE DESARROLLA EL SER HUMANO. ASI LAS ACTIVIDADES DEL ARMADO DE UN AUTOMOVIL SON DIFERENTES A LAS DE LA CONSTRUCCION DE UN EDIFICIO. CADA UNA REQUIERE DE UN TRABAJO Y UN ESFUERZO A DESARROLLARSE DISIMIL. CADA UNA DE ESTAS ACTIVIDADES EN LOS DIFERENTES NIVELES ORGANIZACIONALES HACEN QUE SE CONSUMAN DIFERENTES CANTIDADES DE ENERGIA EN EL ORGANISMO HUMANO. ASI TAMBIEN COMO CADA ACTIVIDAD REQUIERE DE DIFERENTES HABILIDADES, DESTREZAS Y ACTITUDES. ES POR ESTO QUE, PARA DESARROLLAR UN ESFUERZO PERMANENTE Y EFICIENTE EN FAVOR DE LA PRODUCTIVIDAD SE REQUIERE DE UNA ALIMENTACION RICA EN ENERGIA ADECUADA A NUESTRA ACTIVIDAD Y CON CARACTERISTICAS NUTRICIONALES EFICIENTES. ADEMAS PARA COMPLEMENTAR EL RENDIMIENTO DEL ORGANISMO SE REQUIEREN DE OTRA CLASE DE COMBUSTIBLES DE TIPO PSICOLOGICO, MORAL, INTELLECTUAL Y ESPIRITUAL.

## BIBLIOGRAFIA

Investigación de Operaciones. James L. Shamblin. Ed. Mc Graw Hill 1974.

Investigación de Operaciones. Maurice Sasieni. Ed. Limusa. 1978.

Matemáticas para Administración y Economía. Jean S. Draper. Ed. Harla. 1976.

Programación Lineal. Robert W. Llewelyn. Biblioteca Central de la UNAM. Colocación QA 65L56.

Métodos y Aplicaciones de Programación Lineal. Saul I. Gass. Biblioteca Central de la UNAM. Colocación QA265G32.

Programación Lineal Aplicada a la Empresa. Peter Vokuhl. Biblioteca Central de la UNAM. Colocación QA265V64.

Nutrition and Vitamin Therapy in Gral. Edgar Gordon S. Biblioteca Central de la UNAM. Colocación RM217G57.

Nutrición y Fisioterapia. Williams Sue Rodwell. Biblioteca Central de la UNAM. Colocación RM216W54.

Nutrición y Régimen Dietético Manual. Carolyn Townsend. Biblioteca Central de la UNAM. RM218I68.

Nutrición y Dieta. Lena Cooper Frances. Biblioteca Central de la UNAM. Colocación RM216C62.

Nutrición y Dieta en estado Normal y Patológico. Mc. Lester J. Biblioteca Central de la UNAM. Colocación RM216M275.

Química Orgánica. S. Muñoz Mena. Publicaciones Cultural S.A. 1978.

Matrices. Frank Ayres. Ed. Mc. Graw Hill. 1962.

Diccionario de especialidades farmacéuticas. edición 26-<sup>a</sup>.

## BIBLIOGRAFIA

Combinaciones de los Alimentos. Serge Maynaud de la Ferr. Editores Mexicanos S.A. 1982.

Nutrition for Developing Countries. Maurice King. Oxford university Press 1972.

Apuntes de Programación Lineal. Marín Pinillos. Servicios de Ingeniería 1971.