

III. Las legumbres en la alimentación

JESÚS LARRALDE BERRIO

Académico de Número de la Real Academia de Farmacia

1. INTRODUCCIÓN

Las leguminosas junto con los cereales, han sido las primeras plantas cultivadas para la alimentación humana.

Se han hallado restos de trigo, guisantes y lentejas en Halicar (Turquía) que datan de unos 5.500 años a.C.

El garbanzo se cultivó desde los tiempos más primitivos a las orillas del Mediterráneo, desde donde se extendió a la India y a otras partes de Asia. De la soja se desconoce exactamente el comienzo de sus consumo, hace milenios en China.

Finalmente el haba común, procedente de África, se conocía ya por Europa en la Edad del Bronce, con el tiempo pasaría a América, en donde alcanza una importancia notable.

Junto a estos datos arqueológicos, se cita con frecuencia para conocer el gran papel nutritivo que desempeñan las legumbres, el primer ensayo experimental realizado y perfectamente narrado en el Libro de Daniel, del Antiguo Testamento; en él podemos leer: «Daniel hizo el propósito de no contaminarse con los manjares y el vino de la mesa real, y pidió al jefe de los eunucos que se le dispensase de aquella contaminación. El jefe de ellos, movido por Dios, se compadeció de Daniel y de sus compañeros y dijo: Tengo miedo al rey mi señor, que os ha asignado la ración de comida y bebida; si os ve más flacos que vuestros compañeros, me juego la cabeza. Daniel dijo al guardián que el jefe de los eunucos había puesto para cuidarle a él y a Ananías, Misael y Azarías:

Haz una prueba de diez días con nosotros: que nos den legumbres para comer y agua para beber. Compara después nuestro aspecto con el de los jóvenes que comen en la mesa real, y trátanos según el resultado. Él aceptó la propuesta e hizo la prueba durante diez días. Al acabar, tenían mejor aspecto y estaban más gordos que los jóvenes que comían de la mesa real. Así que les retiró la ración de comida y vino, y les dio legumbres.

Desde el primer estudio, hasta nuestros días se ha mantenido el interés por los efectos de las legumbres tanto en la alimentación humana como en la animal. Durante bastante tiempo su consumo ha tenido un carácter fundamentalmente económico, pues dado su alto contenido proteico, incluso antes de conocerse el concepto de proteína, ha reemplazado en cierto modo, a la carne, y han sido llamadas con frecuencia la «carne del pobre». En este sentido, desde la antigüedad, se nos dice que: «Mejor es comer legumbres donde hay amor, que buey cebado, donde hay odio» (Proverbios XV, 17).

La tendencia actual, en los países desarrollados, con gran consumo de proteínas animales, es volver a considerar a las proteínas vegetales del máximo interés, no sólo por sus conocidos efectos nutritivos, sino también por los preventivos y terapéuticos, en cierta medida, de las llamadas enfermedades de la civilización.

2. CLASES DE LEGUMBRES

Desde el punto de vista alimenticio, las leguminosas son una de las familias más importantes del mundo vegetal y su principal característica botánica es su fruto: la legumbre. Su importancia nutritiva es clara. Es más económico consumir legumbres, directamente, que hacerlo previa conversión en proteína animal. La palabra leguminosa procede del latín «*Legumen*» o semilla con vaina. En España, el Código Alimentario Español (CAE) indica como legumbres secas a «aquellas semillas secas, limpias, sanas y separadas de la vaina que procedentes de la familia de las leguminosas (*Fabaceadae*) son de uso corriente en el país y directa o indirectamente resultan adecuadas para la alimentación». Entre otras, cita a las

ocho leguminosas grano más frecuentes en nuestro país: judías, lentejas, garbanzos, guisantes, habas secas, soja, cacahuets y altramuces.

Las leguminosas-grano, que son las más utilizadas en la alimentación humana, pertenecen a la familia de las *Fabaceae* —o *papilionaceae* de la Sistemática clásica— y comprenden un extenso grupo de aproximadamente 20.000 especies, de las cuales unas 200 se emplean en alimentación. Las más frecuentes son: la alubia (*Phaseolus vulgaris* L.), el guisante (*Pisum sativum* L.), el haba (*Vicia faba* L.), el garbanzo (*Cicer arietinum* L.), la lenteja (*Lens culinaris* L.), la soja (*Glicine soja* o *glicine max*) y finalmente el cacahuete (*Arachis hypogea* L.). Para su sistematización de acuerdo con la Conferencia Internacional sobre leguminosas mantenida en Kew (Inglaterra) en el año 1978 en la que se adoptó el sistema de tribus, y siguiendo la línea de Moreno, en su clásico texto sobre las leguminosas grano (1) se sigue el siguiente esquema:

Subfamilia *Papilionoideae*:

- I. Tribu *Vicieae*, con los géneros *Vicia* (habas), *Lathyrus* (Almortas), *Pisum* (Guisantes) y *Lens* (Lentejas).
- II. Tribu *cicereae*, género *Cicer* (Garbanzos)
- III. Tribu *Phaseoleae*, género *dolichos* (Alubias) y género *Glicine* (Soja).
- IV. Tribu *Genistae*, género *Lupinus* (Altramuz).
- V. Tribu *Aeschynomeneae*, género *Arachis* (Cacahuete).

Las descripciones de la FAO (1982), para estas leguminosas de consumo humano son:

1.º *Arachis hypogea*; Cacahuete. Planta herbácea anual geocárpica. Tiene su origen en la región tropical de Sudamérica, pero en la actualidad se cultiva en todas las zonas tropicales. Sus semillas se utilizan principalmente como oleaginosas aunque en muchos sitios se comen las semillas enteras crudas, tostadas o trituradas para formar una mantequilla que se utiliza en sopas y estofados.

2.º *Cicer arietinum*; Garbanzo. Planta herbácea anual originaria del este del Mediterráneo. Es resistente a la sequía, con una larga raíz pivotante, y se adapta bien a los climas cálidos y semiáridos. Sensible a humedades excesivas, requiere suelos bien abonados y días soleados para conseguir un buen rendimiento. Las semillas se puede comer remojadas y cocidas, o en puré, debidamente condimentadas con aromatizantes, o después de fermentarse o dejarse germinar.

3.º *Glicine max*; Soja. Planta herbácea anual que crece erecta pero con algunas variedades volubles, cultivada inicialmente en China. La soja se siembra en la actualidad en todo el este y su de Asia, en las Américas (especialmente en los Estados Unidos y Brasil) y en proporción muy limitada en África y en Cercano Oriente. La soja es esencialmente una planta subtropical, que crece principalmente en regiones de buena pluviosidad a la vez que cálidas para su maduración. Su principal empleo actual es la obtención de aceite y harina de la que se elaboran diversos productos proteínicos que tienen gran aceptación en la industria alimentaria.

4.º *Lens culinaris*; Lenteja. Herbácea anual con muchas variedades originaria de la parte oriental del Mediterráneo y del oeste de Asia. Se cultiva actualmente a grandes altitudes en el norte de la India y Pakistán, países mediterráneos, África del Norte y América. No es apta para las zonas tropicales húmedas y necesita suelos bien drenados. De las semillas lenticulares se conocen dos tipos, «la Chilena» o mayor de 6-9 mm y la Abyssinica o pequeña de 2-6 mm.

5.º *Phaseolus vulgaris*; Alubias. Herbácea anual con variedades trepadoras y enanas proceden de las zonas tropicales de América del Sur y Central. En la actualidad es la leguminosa más común consumida en México y América Central. Susceptible a las heladas, sequías y altas temperaturas crece muy bien en las zonas cálidas. Necesita humedad durante el período vegetativo y temperaturas cálidas para la maduración de sus semillas. El crecimiento de las semillas maduras es de dos a cinco meses. Las semillas puede ser de forma alargada, redonda o arriñonada y su color es variable de blanco, rosa, castaño, negro o moteado. Para ablandar esta legumbre a veces hay que hervirla durante más de cuatro horas.

6.º *Pisum sativum*; Guisante. Planta herbácea anual. Originaria de zonas situadas entre la India y el Mediterráneo. Hoy día se siembra en

las regiones templadas de todo el mundo. Las plantas requieren clima húmedo y frío y son sensibles a la sequía y a las altas temperaturas.

Los dos grupos principales, la arveja de huerta y el chícharo forrajero se clasifican actualmente como *P. Sativum* var, *sativum* (guisante de huerta) y *P. Sativum* var, *arvense* (guisante de los campos).

Los guisantes verdes son muy utilizados en el mundo en forma de conserva congelada o seca.

7.º *Vicia faba*; Haba común. Planta herbácea anual. Se cultiva desde tiempos antiguos en la región mediterránea europea, donde se hallaba ya arraigada en la edad de hierro y se ha extendido hoy a toda Europa y Asia. Son muy antiguos los «festivales del haba». Actualmente se cultiva en las zonas templadas y subtropicales de todo el mundo, como cultivo de invierno, en el borde de las zonas tropicales o a grandes altitudes. Existen dos subespecies, la variedad *major* o haba común para alimentación humana y la equina o *minos* para alimentación del ganado. (FAO. 1982, apéndice n.º 1).

3. CULTIVO

El cultivo de las leguminosas es muy importante en la agricultura mundial. Las civilizaciones griega y romana ya conocían que su cultivo restauraba la fertilidad del suelo, previamente agotada por la recogida de otros productos, pero hubo que esperar hasta finales del siglo XIX para conocer el papel beneficioso de las leguminosas, no sólo nutritivo, sino el que deriva de su capacidad, a través de bacterias simbióticas contenidas en sus raíces, de convertir el nitrógeno, gas inerte de la atmósfera, en compuestos nitrogenados que utilizan las plantas, para la formación de sus propios tejidos. Por ello, es esencial, en muchas ocasiones, la utilización masiva de leguminosas, en las tierras agotadas, ya que al mejorar las condiciones edafológicas del suelo, permiten el crecimiento de especies que de otra manera no podrían desarrollarse.

El papel fijador del nitrógeno atmosférico por las leguminosas, supera mundialmente los treinta y cinco millones de toneladas anuales, siendo el consumo mundial de fertilizantes nitrogenados de más de cuarenta y tres millones de toneladas.

Es clásica, por beneficiosa, la aternancia de los cultivos de cereales y leguminosas, pero todavía es mucho más interesante desde el punto de vista nutritivo, el consumir conjuntamente ambas especies vegetales, pues su complementariedad nutritiva es perfecta, ya que si las leguminosas presentan déficits de los aminoácidos azufrados metionina y cisteína, de los que son ricos los cereales, éstos en cambio presentan un aminoácido limitante, la lisina, que se encuentra en cantidad considerable en las leguminosas. Su ingestión simultánea eleva considerablemente el valor biológico de ambas proteínas.

Desde el punto de vista del rendimiento económico, para la alimentación humana, no hay que olvidar que una hectárea de terreno cultivada con leguminosas, produce al año una media de 500 o 700 kg de proteínas vegetales, mientras que esa misma hectárea dedicada a la alimentación del ganado, para obtener proteínas animales, útiles en el consumo humano, produciría al final, aproximadamente, unos 80 kg de proteínas comestibles.

Por otro lado es una realidad bien conocida que al aumentar el nivel de vida de una población, y alcanzar una cifra de ingresos determinada, automáticamente crece el consumo de proteínas de origen animal, en detrimento de las de origen vegetal lo que provoca un descenso en el cultivo de leguminosas consumidas por la especie humana. Este fenómeno ha sido característico de los últimos años en países industrializados, mientras que en los no desarrollados (africanos, asiáticos y centro y sur americanos), el consumo de leguminosas se mantiene como principal fuente proteica, con la ingestión de unos 15 kg por persona y año.

Del descenso al que acabamos de referirnos, se libra la soja, cuyo cultivo aumenta en varios países y principalmente en los Estados Unidos de América. Ello se debe a que su perfil aminoacídico completo, la ha convertido en una fuente de proteína vegetal de gran calidad, y en materia prima de muchos productos alimenticios (fermentados, germinados, texturizados, etc). Su producción mundial, que supera los 100 millones de toneladas métricas de semillas se mantiene en continuo crecimiento.

No obstante, aunque la tendencia del mundo desarrollado, sea la de sustituir la proteína vegetal por la animal, y dado que al inicio del

nuevo milenio, habrá una población total de 6.000 millones de habitantes, es muy probable que el incremento posterior de la población, se acompañe de un aumento proporcionalmente mayor del consumo de proteínas vegetales. Y esto, no sólo por razones económicas, sino también por un conocimiento más profundo del valor nutritivo de las legumbres, por su valor como materia prima de las nuevas preparaciones alimenticias, como los llamados aislados y concentrados proteínicos, etc. Todo ello permitirá una mejor utilización de las legumbres y, fundamentalmente, como se verá más adelante, por el conocimiento reciente de su posible papel en la prevención y tratamiento de ciertas enfermedades.

Es difícil, como indican Bresani y Elias (2), conocer la superficie sembrada en el mundo, de leguminosas grano, y la cosecha recogida, ya que en muchos países, su cultivo se lleva a cabo en áreas muy pequeñas y su consumo inmediato va destinado a la familia, vendiéndose en el mercado sólo las pequeñas cantidades sobrantes, si es que sobran.

Los datos publicados por la FAO en el año 1995 son:

TABLA I

Producción de legumbres

Judías	Mundial: Unión Europea: España	17.944.000 Tm 144.000 Tm 34.000 Tm
Lentejas	Mundial: UE: España:	2.813.000 Tm 18.000 Tm 6.000 Tm
Garbanzos	Mundial: U.E.: España:	8.016.000 Tm 46.000 Tm 27.000 Tm
Guisantes Secos	Mundial: U.E.: España:	11.535.000 Tm 3.560.000 Tm 4.000 Tm

TABLA I (continuación)

Producción de legumbres

Habas secas	Mundial: U.E.: España:	3.499.000 Tm 299.000 Tm 22.000 Tm
Soja	Mundial: U.E.: España:	125.930.000 Tm 1.009.000 Tm 5.000 Tm
Cacahuetes	Mundial: U.E.: España:	— — 420 Tm

FAO. 1995. Anuario Estadístico Agrario. Año 1997.

En Europa, donde el cultivo de la soja es bastante difícil, se están potenciando otras leguminosas de grano. La Comunidad Europea ha concedido, y está concediendo subvenciones a distintos centros de investigación para mejorar los rendimientos y la calidad nutritiva de estas plantas. En España se cultivan unas 700.000 hectáreas de las leguminosas que tradicionalmente, han constituido un alimento típico en la dieta española. No obstante su consumo ha descendido últimamente. Si en el año 1981 cada español ingería una media de 8,6 kg/año, en 1987 no alcanza los 8,1 kg por persona y año. El consumo actual viene a ser ordenado de mayor a menor el siguiente: garbanzos, lentejas, alubias y guisantes, con una distribución aproximada de un 92% en los hogares; un 5,3% en establecimiento hosteleros; y un 2,7% en colegios, cuarteles, etc.

En España, se están incorporando y potenciando especies y variedades nuevas, pero todavía no se cubre la demanda interna de estos productos (hoy día 8 kg/habitante y año), lo que obliga a importarlos. Según datos del Anuario de Estadística Agraria, en el año 1995, se importaron las siguientes cantidades de legumbres: alubias, 60, 324 Tm; habas, 95.955 Tm; lentejas, 65.511 Tm; los garbanzos y los guisantes alcanzan producciones menores.

4. COMPOSICIÓN

En las semillas de las leguminosas cabe distinguir tres partes principales.

- a) Una envoltura o capa protectora externa, cuyo espesor y composición varía, de unas semillas a otras, que se caracteriza por poseer una gran cantidad de material fibroso formado por celulosas, hemicelulosas y lignina.
- b) En su interior hay dos cotiledones de reserva con proteínas, glúcidos, lípidos, minerales, vitaminas y gran variedad de sustancias no nutritivas.
- c) Un germen o eje embrionario, que viene a ser del 1 al 3% del peso de la semilla.

En la alubia, estas tres fracciones suponen respectivamente el 7,7%; 90,5% y 1,8% del peso seco de la semilla.

4.1. Contenido de nutrientes

Desde el punto de vista práctico las leguminosas grano suelen dividirse en tres grandes grupos según su composición química: amiláceas, proteaginosas y oleaginosas. En las primeras, el nutriente predominante, que las caracteriza, son los hidratos de carbono, fundamentalmente almidón, polímero que constituye el 60-80% de los glúcidos totales; en las segundas, las proteínas suponen entre un 20 y en 38% y en el tercer caso las grasas, o aceite que varía del 1 al 45%. Todas ellas presentan un notable contenido proteico.

Su aporte de calorías varía entre 300-500 kcal/100 g siendo siempre las legumbres oleaginosas (soja, cacahuete) las que poseen un mayor potencial energético. La determinación y caracterización de los componentes de las legumbres están en continua evolución de acuerdo con los avances de la tecnología (3).

4.1.1. Agua

El contenido acuoso de las leguminosas es función de la especie, del período de recolección, del clima, del almacenamiento, etc. Suele alcanzar valores entre el 5-15% del peso total.

4.1.2. *Proteínas*

Corrientemente las proteínas de las leguminosas se clasifican atendiendo a su solubilidad en cuatro grupos representados principalmente por las albúminas solubles en agua, las globulinas, solubles en soluciones salinas diluidas, las protaminas, solubles en etanol acuoso al 70-80% y las glutelinas, solubles en ácidos y bases. Las proteínas se almacenan en los llamados cuerpos proteicos, que están rodeados de una membrana lipoproteica. Fuera de los mismos se hallan otras proteínas como enzimas, inhibidores enzimáticos, lectinas y pequeños oligo y polipéptidos.

En general las globulinas representan la mayor parte de la proteína (70%), seguida de las glutelinas (18%) y de las albúminas (12%).

Los cotiledones son la parte de semilla más rica en proteínas. Las envolturas o capas externas contienen principalmente nitrógeno no proteico, mientras que el embrión es relativamente rico en albúmina. La composición aminoacídica de las proteínas de las leguminosas es bastante parecida. Como características comunes destacan las bajas cantidades de aminoácidos azufrados, como metionina, cisteína y cistina, las relativamente bajas concentraciones de triptófano y las altas concentraciones de lisina. Las globulinas son las proteínas más pobres en metionina y cisteína. En general, las proteínas de las leguminosas son difíciles de digerir.

Ni el simple análisis químico de las semillas, ni la estimación de su composición aminoacídica, ni siquiera su valoración química son suficientes para establecer toda su eficacia nutritiva, por ello se han desarrollado diversos métodos biológicos para evaluar mejor su calidad nutritiva.

Citaremos entre ellos los de más frecuente utilización: Coeficiente de digestibilidad (CD), que es el porcentaje de nutriente absorbido respecto al ingerido; Valor Biológico (VB), o porcentaje de nutriente retenido respecto del absorbido; Coeficiente de utilización neta (CUN) esto es el tanto por ciento de nutriente retenido respecto del ingerido o en el caso de la proteína el llamado coeficiente de utilización proteica neta (UPN), el cociente de eficacia proteica (PER), que se define como la ganancia en peso por gramo de proteína ingerida, etc.

TABLA II

Contenido en aminoácidos esenciales (mg/g N) e índices biológicos de algunas legumbres secas y del huevo.

	<i>Garbanzos</i>	<i>Alubias</i>	<i>Habas</i>	<i>Lentejas</i>	<i>Soja</i>	<i>Huevo</i>
Fenilalanina	358	326	270	327	309	358
Isoleucina	277	262	250	270	284	293
Leucina	468	476	443	477	486	551
Lisina	428	450	404	449	399	436
Metionina	65	66	46	50	79	210
Cistina	74	53	50	57	83	152
Treonina	235	248	210	248	241	320
Triptófeno	54	63	54	60	80	93
Valina	284	287	275	313	300	428
BV	68	58	55	45	73	94
UPN	—	38	48	30	61	94
PER	1,7	1,5	—	0,9	2,3	3,9
Digestibilidad	86	73	87	85	90	97

F. Fidanza. En: *The Mediterranean diets in health and disease*. Pág. 108. Ed. G. A. Spiller. An Avibook 1991, N.Y.

4.1.3. *Hidratos de Carbono*

Las leguminosas son importantes fuentes de hidratos de carbono. Su concentración en las semillas varía entre un 35% aproximadamente en la soja, hasta un 70% en las judías y guisantes secos. El almidón es el componente mayoritario de estas semillas, fluctuando del 30 al 77%, con contenidos menores en la soja. Desde el punto de vista nutritivo los carbohidratos se dividen en digestibles y no digestibles.

Las leguminosas poseen una gran variedad de carbohidratos, algunos solubles en agua y otros insolubles. Entre los primeros se encuentran: algunos monosacáridos (glucosa, fructosa, galactosa), disacáridos (sacarina) y varios oligosacáridos, como la rafinosa (galactosilsacarosa), estaquiosa (digalactosilsacarosa), verbascosa (trigalactosilgalactosa), junto con el almidón. Entre los insolubles están la celulosa, la hemicelulosa, y la lignina, que junto con las pectinas, constituyen la llamada fibra dietética muy importante para la prevención de una serie de patologías.

La materia extractiva libre de nitrógeno es un término muy empleado en el análisis químico de alimetros para significar los carbohidratos solubles, el almidón y la fibra dietética.

Muchas leguminosas presentan con frecuencia altos contenidos de alfa-galactósidos, como los ya citados rafinosa, estaquiosa y verbascosa, principales causantes de los fenómenos de flatulencia a consecuencia de la actividad microbiana a nivel del intestino grueso. Algunas bacterias entéricas al fermentar dichos trisacáridos originan gran cantidad de gas.

El contenido en hidratos de carbono, lípidos, proteínas, minerales, vitaminas y agua es variable; en la Tabla III se señalan los componentes mayoritarios de las principales leguminosas.

TABLA III

Composición de algunas leguminosas en %

<i>Semillas</i>	<i>Proteína</i>	<i>Lípidos</i>	<i>Hidratos de carbono</i>	<i>Humedad</i>
Alubias	17/23	1-2	45-59	6-10
Garbanzos	17/21	4-6	50-60	8-10
Guisantes	20/26	1-3	47-50	7-9
Lentejas	20/28	1-3	50-58	6-9
Habas	26/34	1-2	55-60	7-9
Soja	38/42	17-20	26-29	8-10
Cacahuete	25/28	47-51	15-24	7-10

Martínez y Macarulla. Nutrición y Tecnología de los alimentos. San Sebastian (1991)

4.1.4. *Lípidos*

Las leguminosas, salvo las oleaginosas, presentan un bajo contenido lipídico, que varía del 1% al 6%; en las oleaginosas abundan los triglicéridos que suponen un 18 a un 30% en la soja y un 40-50% en los cacahuets. Los ácidos grasos predominantes son el oléico (11-15%) el linoléico (20-65%) y el linolénico (1-27%). En los guisantes la cantidad de ácidos grasos insaturados es notablemente mayor que la de saturados. El componente lipídico altamente insaturado, contiene a menudo cons-

tituyentes del tipo de los esteroides, isoflavonas, o saponinas que, como veremos, son fisiológicamente muy activos.

4.1.5. Vitaminas

Como se aprecia en la tabla IV, las vitaminas de las leguminosas son principalmente las del grupo B. Su contenido de vitamina C es muy escaso pero puede formarse en cantidad notable, si antes de su consumo, se someten las legumbres a una germinación incipiente. Contienen ácido fólico en mayor proporción que muchos otros alimentos y además las oleaginosas poseen cantidades apreciables de vitaminas A y E.

TABLA IV

Contenido vitamínico de algunas legumbres secas/100 g

	<i>Tiamina</i> (mg)	<i>Riboflavina</i> (mg)	<i>Niacina</i> (mg)	<i>Vit. A</i> (ug)	<i>Carotenos</i> (ug)	<i>Vita. C</i> (mg)
Alubias	0,40	0,17	5,1	3	18	3
Garbanzos	0,36	0,14	4,1	30	180	5
Guisantes	0,58	0,15	5,8	10	60	4
Lentejas	0,57	0,20	5,2	10	60	3
Habas	0,50	0,28	6,5	10	60	4
Soja	0,99	0,52	11,5	—	—	—

F. Fidanza. En: *The Mediterranean diets in health and disease*. Pág. 107. Ed. G.N. spiller. An Avibook N.Y. 1991.

4.1.6. Minerales

Las leguminosas, presentan cantidades significativas de algunos minerales como calcio, potasio, magnesio, hierro y zinc (ver tabla V). El contenido de calcio es mayor en las leguminosas que en los cereales, la soja puede alcanzar los 200 mg/100 g; las lentejas 14 mg/ 100 g y los guisantes 100 mg/ 100 g. El aporte de hierro es apreciable, unos 7 mg/ 100 g de semillas de leguminosas. La presencia simultánea de ácido fólico, con el que el hierro forma compuestos insolubles, hace que su absorción intestinal sea del orden de un 10%.

TABLA V

Composición química de la porción comestible de algunas leguminosas secas, en ciertos minerales y fósforo (100 g/mg)

	Ca	Fe	Cu	Na	K	P
Alubias	137	6,7	4,2	4	1.445	437
Garbanzos	117	6,1	3,0	6	800	299
Guisantes	48	4,5	0,5	38	990	320
Lentejas	127	5,1	3,0	8	980	347
Habas	90	5,0	1,9	—	1.028	420
Soja	257	6,9	—	4	1.740	591

Fidanza: En *Mediterranean diets in health and diseases*. Pág. 107. Ed. G.N. Spiller. An Avibook N.Y. 1991.

4.2. Factores no nutritivos

Las leguminosas, junto a su alto contenido proteico, glucídico —en algunas lipídico— de oligoelementos y de vitaminas, presentan también algunas sustancias claramente no nutritivas y en algunos casos nocivas. Esto explica por qué no se utilizan en ocasiones con la frecuencia y en la cantidad que sería de desear, mientras que en otros casos, su presencia en los alimentos es claramente positiva, como se está comprobando últimamente y tendremos ocasión de indicar más adelante.

Estas sustancias, las tratan con mas detalle Villanúa y Torija en el capítulo 4 de este libro. Aquí haremos un estudio más somero para evitar solapamientos.

4.2.1. Inhibidores de enzimas digestivos

Hay dos grupos de inhibidores de enzimas digestivos: los inhibidores de las proteasas y los de las amilasas. A estas sustancias se les denomina inhibidores de Kunitz y el de Bowman-Birk (BBI).

Dado que los inhibidores de las proteasas de las diferentes legumbres, son de naturaleza proteica, suelen ser fácilmente inactivables por el calor, por ello el tratamiento térmico previo, mejora notablemente su valor nutritivo. La humedad inicial alta también favorece la destrucción del inhibidor.

Además de inhibidores de las proteasas, muchas semillas de leguminosas presentan también inhibidores de la alfa-amilasa, cuyo papel nutritivo está adquiriendo importancia y estudiándose actualmente.

En la alubias, este inhibidor de la alfa-amilasa llamado faseolamina, es pH dependiente, y tiene su máxima actividad a un pH de 5,5. Es muy lábil frente a los aumentos de temperatura, inactivándose por completo y rápidamente a 100° C.

Los primeros trabajos en los que se vio que la ingestión de faseolamina bloqueaba la digestión del almidón, estimularon el gran esfuerzo que se realizó para obtener distintos preparados comerciales. Surgieron así los inhibidores de la alfa-amilasa, o los «bloqueadores del almidón» de los que solamente en el año 1982, se vendieron en U.S.A. diez millones de tabletas por semana (4). Hoy ha decaído su uso, ya que sus efectos en la fisiología digestiva humana parecen ser muy pequeños.

Todavía se investiga en este campo, y se apuntan como causas posibles de este aparente fallo, entre otras, las siguientes (5) (6):

- a) La inactivación del inhibidor, por el ácido y la pepsina gástricas, o por la proteasa pancreática humana.
- b) Las muy específicas condiciones intraluminales.
- c) El exceso de amilasa excretada.
- d) Un tiempo de incubación insuficiente.
- e) La utilización del almidón, después de su fermentación en el colon, en forma de ácidos grasos volátiles.

4.2.2. *Fitohemaglutininas*

Las fitoaglutininas o lectinas tienen la propiedad de aglutinar los glóbulos rojos. Son sustancias con una gran afinidad específica por

determinadas moléculas de azúcares. Se piensa que el mecanismo de actuación de estas sustancias es uniéndose a las proteínas enzimáticas o no enzimáticas de la misma pared intestinal lo que lleva consigo la inhibición, o incluso la abolición de la absorción. Esto da lugar a trastornos, más o menos graves, que en algún caso pueden ser mortales (7). Son sustancias termolábiles, muy sensibles al calor húmedo, por lo que su toxicidad se elimina fácilmente.

4.2.3. *Glucósidos cianogenéticos.*

El ácido cianhídrico en muy pequeñas cantidades se encuentra ampliamente repartido en el reino vegetal y se presenta generalmente bajo la forma de glucósidos cianogenéticos. En algunas legumbres, como en *Phaseolus lunatus*, puede hallarse en mayores concentraciones formando parte de la molécula del glucósido llamado *linamarina*, responsable de serias intoxicaciones humanas.

4.2.4. *Latirógenos*

En algunos países las personas que consumen *Latirus sativus*, por períodos prolongados (3 a 6 meses), pueden presentar la enfermedad llamada latirismo, caracterizándose por rigidez muscular, debilidad y parálisis de la musculatura de las piernas, que en casos extremos puede dar lugar a la muerte. La sustancia química causante principal del latirismo ha sido aislada del *Latirus sativus* y corresponde al ácido alfa-beta (n)-L-diamino propiónico.

El procedimiento de detoxicación es muy sencillo y se conoce desde hace muchos años, basta con aplicar a las semillas un suave calor húmedo.

4.2.5. *Taninos*

Son un grupo heterogéneo de sustancias ampliamente distribuidas en el reino vegetal. Se distinguen dos tipos de taninos, los hidrolizables

y los no hidrolizables o condensados. Junto con algunos efectos saludables, de los que se tratará más adelante, los taninos también pueden presentar algunas actividades nocivas.

Los taninos forman complejos insolubles con algunos metales, e impiden su absorción por el intestino (8). Nosotros hemos comprobado su capacidad de inhibir el transporte intestinal de monosacáridos por el intestino delgado (9, 10). Investigaciones recientes sobre el mecanismo bioquímico, por el que los taninos ejercen su acción antinutritiva en el organismo, parecen indicar que ésta se debe también a la menor eficacia con que los nutrientes ya absorbidos, se convierten en nuevas sustancias corporales (11).

4.2.6. *Saponinas*

Las saponinas son sustancias glucosídicas, compuestas por un aglicón, soluble en lípidos, que puede ser un esteroide o un triterpenoide y un residuo hidrocabonado soluble en agua. Al ser compuestos corrientes del reino vegetal normalmente se encuentran en la dieta humana. Las leguminosas como la alubia, soja o garbanzos son precisamente las fuentes principales de saponinas en el mundo occidental.

Sus propiedades surfactantes, parecidas a las del jabón, se conocen desde hace mucho tiempo. Son anfifílicas, superficialmente activas, disminuyen la tensión superficial, y en general no parecen tóxicas, ya que forman complejos de morfología micelar con el colesterol y ácidos biliares, que no se absorben en el intestino. Actualmente se investiga su papel como sustancias anticolesterolémicas (12).

4.2.7. *Filatos*

El ácido fítico, o éster hexametáfosfórico del mioinositol, es un componente muy común de las legumbres, en donde se encuentra a concentraciones variadas pero notables.

El ácido fítico es el principal almacén de fósforo de las semillas maduras. Tiene una fuerte capacidad de formar complejos con cationes

multivalentes y proteínas. La mayoría de los fitatos son insolubles a pH fisiológico y forman complejos incapaces de ser utilizados por los animales o el hombre. A pH ácido interactúan principalmente con las proteínas y forman complejos con ellas disminuyendo su solubilidad, mientras que a pH alcalino se unen a diversos cationes. Los complejos fitato-proteínas son más resistentes a la digestión proteolítica que las proteínas aisladas.

Al formar sales insolubles con muchos iones metálicos di y trivalentes, dan lugar en el intestino a precipitados que impiden su absorción. De este modo se reduce la biodisponibilidad de cationes, como el calcio, hierro, magnesio, zinc, cobre, manganeso, etc. con todas sus consecuencias. El ácido fítico es el mayor inhibidor de la biodisponibilidad del hierro, su eliminación aumenta significativamente esa biodisponibilidad. En las poblaciones con alta ingesta de ácido fítico y baja de hierro, conviene aumentar en su dieta el contenido de ácido ascórbico, para que contrarreste la acción del fitato en la absorción del hierro (13, 14).

La hidrólisis del ácido fítico en el tracto gastrointestinal humano se lleva a cabo por la acción de las fitasas procedentes de tres fuentes: de las semillas, de la flora bacteriana del intestino y de la mucosa intestinal. Las fitasas de la mucosa intestinal no juegan un papel importante, las más eficaces para hidrolizar el ácido fítico son las fitasas de la dieta (15). En el capítulo 4, se trata este tema con mayor amplitud.

4.2.8. *Factores de Flatulencia*

La flatulencia asociada al consumo de leguminosas, es un factor que afecta negativamente a su consumo, se debe a sus oligosacáridos, rafinosa, estaquiosa y verbascosa, que no son hidrolizados por la alfa 1-6-galactosidasa, por lo que no se absorben en el intestino delgado. Al llegar al intestino grueso, su microflora los metaboliza, con la producción de grandes cantidades de dióxido de carbono, e hidrógeno y cantidades menores de metano y otros gases. Junto a estos oligosacáridos, las legumbres contienen en mayor o menor cantidad otras sustancias implicadas en la producción de flatulencia, como algunos componentes de la fibra, v.g. hemicelulosa, lignina, etc.

4.2.9. Favismo

Generalmente se debe al consumo de *Vicia faba*. Se acompaña de anemia hemolítica. Pero no todos los individuos son susceptibles de

TABLA VI

Algunos componentes tóxicos de las legumbres secas y sus efectos específicos

<i>Componente</i>	<i>Efecto</i>
INHIBIDORES ENZIMÁTICOS Inhibidor de la tripsina Inhibidor de Quimotripsina Inhibidor de la amilasa Lectinas Filatos	Inhibición de la tripsina, hipertrofia pancreática, pérdida de cisteína de la dieta. Inhibición de la quimotripsina. Inhibición de la amilasa. Puede impedir la utilización de los carbohidratos. Inhibición del crecimiento. Reduce la biodisponibilidad de los minerales.
FACTORES DE FLATULENCIA	Producción de flatulencia.
TANINOS (Polifenoles)	Reducción de la digestibilidad proteica. Inhibiciones enzimáticas.
CIANÓGENOS	Envenenamiento por cianuros.
GOITRINA	Inhibe la fijación del yodo por la glándula tiroidea.
LATIRISMO	Parálisis nerviosa de las extremidades inferiores.
FAVISMO	Anemia hemolítica.
SAPONINAS	Gusto ácido. Espumación. Hemólisis.
ESTRÓGENOS	Inhibición del crecimiento. Interferencia con los procesos de reproducción.
ANTIVITAMINAS Vitamina D Vitamina E	Raquitismo. Necrosis hepática. Distrofia muscular.

Sathe y Salunhke. *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.* 34: 31 (1983)

padecer esta enfermedad, sino sólo quienes hereditariamente, presenten disminuidos los niveles de glutatión y de glucosa-6-fosfato deshidrogenasa.

4.2.10. *Flavonoides*

Lo constituyen un grupo de compuestos químicos de las plantas, que pertenecen a las llamadas sustancias fitoquímicas. Forman parte de la dieta humana, tienen alto poder antioxidante por lo que son objeto actualmente de numerosos trabajos, su biodisponibilidad, metabolismo, y efectos bioquímicos y moleculares en la regulación celular humana. En el reino vegetal se han descrito unos 4.000 tipos diferentes de flavonoides. Actúan como antioxidantes y presentan propiedades anticarcinogénicas y cardioprotectoras, pero no los sintetizan los animales. El conocimiento de su papel en la fisiología humana forma parte muy importante de las investigaciones que hoy se realizan para saber su contribución a la salud y a la enfermedad. La fuente principal de los isoflavonoides son las legumbres. La cantidad diaria ingerida según Kuhnau, viene a ser de 1 g/día, aunque esta cifra hoy parece un poco alta (16, 17).

En numerosos trabajos en nuestro Departamento, hemos investigado el papel de estas sustancias, y los diversos trastornos fisiológicos que se presentan en los animales, cuando se les alimenta con algunas leguminosas en estado crudo (18).

Se ha encontrado, que los animales alimentados con dietas de diferentes clases de legumbres, como alubias, habas o soja, presentan una serie de alteraciones de la fisiología gastrointestinal (19) y una reducción de la absorción intestinal de glucosa, galactosa o leucina (20, 21).

Los taninos principalmente ejercen una inhibición específica sobre la absorción intestinal de glucosa, pero las semillas deben contener además, otros factores que favorezcan esta inhibición (22, 23, 24).

También quedan afectadas la actividad de algunos enzimas digestivos, particularmente proteasas, dipeptidasas y amilasas aunque con diferente intensidad, según las especies animales y clases de legumbres (25, 26, 27, 28, 29, 30).

Diferentes especies de animales, alimentados con leguminosas crudas, mostraron un significativo retraso en el crecimiento, que se recuperó, aunque sólo parcialmente, por la adición de metionina o zinc (31, 32, 33, 34, 35). Esta caída en su velocidad de crecimiento, es acompañada por disminuciones en los pesos absolutos del músculo esquelético de la canal y del hígado (36, 37).

La detención en el crecimiento debe atribuirse más a la disminución de la síntesis proteica, que a una mayor degradación (38, 39). La proteína sarcoplásmica muscular se afecta más que la miofibrilar (40, 41). Los efectos antinutritivos de la inclusión en la dieta de diferentes legumbres, fue más marcada en los animales jóvenes (40).

También se examinó la influencia de la ingestión de legumbres en las vías de actividad enzimática directamente asociada con el recambio aminoacídico o proteico, así como la cuantificación, *in vivo* del proceso de la síntesis y degradación de las proteínas. Los animales alimentados con leguminosas presentaron un aumento en la actividad de la arginasa hepática (E.C.3.5.3.1.); de la argininosuccinato sintetasa (E.C. 6.3.4.5.) y de la alanino aminotransferasa (E.C.1,2,5,2), mientras disminuía la actividad de la guanidinoacetato metiltransferasa (43, 44, 45). La ingestión de legumbres al estado crudo, produce una marcada disminución de la eficacia del sistema inmunitario en los animales de ensayo (46).

5. IMPORTANCIA DE LAS LEGUMBRES EN LA ALIMENTACIÓN

El consumo de legumbres conjuntamente con el de cereales, ha sido un factor esencial en la alimentación del hombre. La mezcla variada de cereales y leguminosas ha permitido a lo largo de la historia y también en la actualidad, resolver primariamente las necesidades nutritivas del hombre de cualquier lugar.

La complementariedad de la mezcla de cereales y legumbres es lógica, si tenemos en cuenta que los cereales son deficientes en el aminoácido lisina, que abundan en las leguminosas, mientras que éstas son deficitarias en los aminoácidos azufrados metionina y cistina, de los que son ricos los cereales. La alimentación simultánea en una misma

comida de cereales y leguminosas proporciona desde el punto de vista de la utilización proteica, un valor superior a su ingestión por separado.

No ocurre lo mismo con la ingestión simultánea de leguminosas y raíces y tubérculos amiláceos, ya que los aminoácidos limitantes de los anteriores alimentos, son los mismos que los de las leguminosas, es decir metionina y cistina.

Por eso, siguiendo el estudio de la FAO de 1982 (47) sería interesante conocer la proporción óptima de las mezclas de cereales/leguminosas, para conocer el máximo valor de esta combinación de proteínas, tema de estudio actual en el que entran variados factores, entre ellos: la variabilidad del contenido proteico según las especies integrantes. El contenido total de energía y proteína del régimen alimenticio. La digestibilidad de la proteína. El empleo de condimentos y platos secundarios de acompañamiento.

6. TÉCNICAS DE PREPARACIÓN ALIMENTARIA

Para prevenir posibles accidentes por la ingestión habitual de legumbres que presentan sustancias nocivas, se han desarrollado en los diferentes países y desde tiempo inmemorial, una serie de técnicas previas a su consumo a las que nos referiremos brevemente.

Desde el punto de vista agronómico y genético, se están investigando nuevas variedades con muy bajos o ninguna cantidad de uno o de varios de estos componentes no deseables. El proceso es largo y todavía falta mucho por hacer, pero mientras tanto, el consumo de las legumbres sigue métodos fisicoquímicos clásicos que se emplean bien aisladamente o conjuntamente; nos referiremos a los más utilizados.

6.1. Remojo

Es una operación común al tratamiento de casi todas las leguminosas. Con este previo remojo, se humedecen y ablandan las semillas, lo que acorta su tiempo de cocción, a la vez que se eliminan gran parte de las toxinas. El grado de eliminación depende de la calidad del agua, de

la temperatura y del tiempo del remojo, así como de la clase de legumbre. En ocasiones, al agua se le añaden sales, o se acidifica o alcaliniza para aumentar la permeabilidad de las membranas celulares. Si el agua del remojo se elimina, junto con los productos no deseables, se pierden cantidades variables de nutrientes solubles como proteínas y vitaminas.

Silva y Luth hallaron que más del 90% de los oligosacáridos, rafinosa, estaquiosa y verbascosa que son los responsables de la flatulencia pueden eliminarse de diversas legumbres, remojándolas en agua durante 24 horas a 20° C (48). El remojo de las judías en agua destilada durante 24 h a 21° C no elimina la actividad hemoaglutinante, pero un remojo alcalino lo elimina completamente. También un remojo en agua de 24 horas a 21° C elimina los taninos un 57-67% y la actividad de la tripsina cae de un 7-38%. Estas cifras se elevan a un 66-87% y a un 77-91% cuando el remojo se efectúa con una solución de sosa (2% OHNa) (49).

6.2. Cocción

Es uno de los tratamientos culinarios de las legumbres más antiguos a las que convierte en más tiernas y aromáticas.

La cocción puede realizarse a presión normal o en autoclave. Generalmente inactiva los componentes termolábiles como los inhibidores de la tripsina y quimotripsina (50, 51). La cocción provoca la rápida hidrólisis de las sustancias cianogénicas y la pérdida del ácido cianhídrico volátil. Un 30-40% de los polifenoles de las alubias, se eliminan por la cocción (52). Si el agua de cocción no se elimina, los factores flatulentos y los filatos permanecen inalterados por ser estables al calor.

6.3. Germinación

Algunas semillas remojadas y extendidas adecuadamente en un paño húmedo, pueden germinar dando brotes de hasta 1 cm de longitud. Este proceso moviliza los nutrientes de reserva necesarios para el crecimiento de la planta, por lo que ayuda a eliminar algunos componentes de reserva no deseables.

De este modo pueden eliminarse, de los factores flatulentos hasta un 70% (53, 54).

La germinación reduce la actividad hemoaglutinante de las legumbres (55). Otro efecto benéfico de la germinación es la reducción de la actividad de algunas proteasas, inhibidoras de la tripsina y amilasa (56).

6.4. Fermentación

Muy usada desde la antigüedad la fermentación utiliza bacterias u hongos para provocar cambios, en su mayoría catabólicos, como hidrólisis de proteínas y de carbohidratos, lo que da lugar a otros productos más fácilmente digeribles. Reduce algunos componentes no deseados como los poligosacáridos rafinosa, estaquiosa y verbascosa, gracias al actividad de la alfa galactosidasa presente en las semillas (57). También se ha indicado que el ácido fítico se hidroliza durante la fermentación por las fitasas de los granos y por los microorganismos responsables de la fermentación de las semillas (58, 59).

6.5. Tostado

En algunos países es frecuente utilizar el calor seco para asar, tostar o freir semillas enteras de legumbres, que se comen directamente. Los cacahuetes, con su gran contenido lipídico, se prestan a este tratamiento que es muy popular, lo mismo que los típicos «torrados» (garbanzos tostados en la sartén) de Castilla-León.

6.6. Extracción

En determinados casos es posible tratar a las legumbres con técnicas diversas que permiten eliminar o extraer, uno o más componentes anti-nutritivos, o también macronutrientes diversos como las proteínas o los carbohidratos. La extracción de taninos se realiza previo tratamiento con soluciones de hidróxido sódico, bicarbonato sódico, o ácido acético a diversas concentraciones (60).

La extracción de las proteínas de las leguminosas permite obtener diversos preparados muy útiles para su consumo en muy variadas formas. Dos preparaciones muy conocidas, son los concentrados y los aislados. Para la obtención de los concentrados, una vez obtenida la harina, se elimina el almidón por centrifugación o por turbo separación, después se vuelven a solubilizar los componentes no proteicos, y una vez eliminados se somete la masa proteica a un secado, que da como producto final el llamado concentrado, en el que la proteína alcanza una concentración del 60%.

Los aislados, también llamados purificados, o refinados, suelen llegar a un 90% de contenido proteico pero hay que tener presente su alto contenido de sodio.

Actualmente y siguiendo con la idea de reemplazar en determinadas ocasiones, el consumo de proteína animal por la vegetal pero conservando en lo posible sus características organolépticas, de aroma, sabor, etc. se están llevando a cabo multitud de ensayos industriales, en los que la utilización de aislados y concentrados de las proteínas obtenidas de las leguminosas juegan un papel principal. En un próximo futuro, la utilización de las leguminosas pasará cada vez más por sistemas de elaboración de preparados especiales capaces de utilizar los componentes nutritivos de las semillas de un modo óptimo (61).

7. LAS LEGUMBRES Y LA SALUD

No es solamente por su valor alimenticio por lo que las leguminosas están hoy de actualidad en la investigación científica, sino también por algunas de sus aplicaciones médicas.

En efecto, una serie de procesos patológicos, como enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes, enfermedades renales, osteoporosis, retraso en la aparición de la senectud etc. se están estudiando actualmente bajo los efectos beneficiosos de las leguminosas.

Comenzando por la primera de estas manifestaciones recordemos que en España, durante el período de 1970 a 1983, la tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares, aumentó sensiblemente, si bien en los últimos años se nota un ligero descenso.

7.1. Colesterol

Dentro de los factores de riesgo modificables: hipercolesterolemia, hipertensión arterial, y hábito tabáquico, el primer factor es el de mayor riesgo y mantiene alerta a los profesionales de la salud, pues si bien la concentración de colesterol en la población adulta española es análoga a la de otros países mediterráneos, parece que está aumentando últimamente.

Hay que tener presente que la mayor o menor ingestión dietética de colesterol no contribuye, normalmente más que en un 10% a su concentración total en el plasma, siendo por otra parte, su influencia muy variable e individual. Esto es así, porque al aumentar la ingestión de colesterol, disminuye su absorción, pero esta disminución no es lineal y con un notable exceso en la dieta, puede aumentar la concentración de colesterol total, no obstante su relativa menor absorción (62).

Es decir, que la ingestión mayor o menor de colesterol, dentro de ciertos límites, es controlable, mientras que paradójicamente, otros componentes dietéticos, pueden ejercer mayor influencia en el colesterol plasmático.

De aquí que el Comité organizador del Acuerdo del Consenso sobre el Control de la Colesterolemia en España (1990), haya dictado unas normas de utilidad para la población.

En ellas se recomienda la reducción de la ingesta energética total, así como la de grasa, y la de hidratos de carbono de absorción rápida.

Por otra parte, aconseja la conveniencia de recuperar el consumo de leguminosas grano, para lo que aboga por una política agraria que favorezca e incremente el cultivo de legumbres y rompa la tendencia descendente a su consumo.

Efectivamente según Gonzalvo (63), si en el año 1981, cada español consumía como media 8,6 Kg de leguminosas/año, seis años después en el 1987, esta cifra había descendido a 8,1 Kg/persona/año.

La importancia de estas recomendaciones se comprende si se tiene en cuenta que, en la disminución del colesterol sérico de las enferme-

dades cardiovasculares y de su mortalidad, una buena dieta es más beneficiosa que los fármacos hipocolesterolémicos más utilizados (64, 65).

De aquí el gran interés despertado, desde los clásicos trabajos de Grande y cols. en 1965 (66) hasta nuestros días, por conocer el mecanismo por el que la ingestión de leguminosas ejerce un efecto tan marcado en el nivel colesterolémico.

Recordemos que el colesterol, es el esteroles principal de los tejidos animales, y se encuentra en el organismo, tanto en forma libre como combinada. Los esteroides son alcoholes cíclicos que pueden formar ésteres con los ácidos grasos.

La mayoría del colesterol, de los animales forma parte importante de las membranas biológicas, aunque también se necesita, en cantidades mucho más pequeñas, para la síntesis de hormonas esteroideas, vitamina D y ácidos biliares.

El organismo animal, lo sintetiza a partir de carbohidratos, lípidos o proteínas y parte tiene origen exógeno ya que es aportado por la dieta.

Las lipoproteínas plasmáticas son agregados moleculares de lípidos (ácidos grasos, colesterol...) y proteínas que permiten solubilizar y transportar a los lípidos por el torrente sanguíneo. Las proteínas que forman parte de las primeras se llaman apoproteínas.

Las lipoproteínas, atendiendo a su velocidad de sedimentación se clasifican en: Quilomicrones; lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), lipoproteínas de densidad intermedia (IDL), lipoproteínas de baja densidad (LDL) y lipoproteínas de alta densidad (HDL). Las lipoproteínas LDL son las que transportan el 70% del colesterol total.

Después de la ingestión de legumbres, suele presentarse una clara reducción del colesterol total y del colesterol LDL.

En un principio se creyó, que la acción hipocolesterolémica sería simple consecuencia de la sustitución de una dieta rica en grasas y proteínas animales —por consiguientes hiperlipemiantes—, por otra de leguminosas, rica en hidratos de carbono complejos y con muy pequeña cantidad de grasas saturadas, por los que los componentes específicos de

las leguminosas, no tendrían importancia en su efecto hipocolesterolémico (67, 68).

Para dilucidar este problema, nada fácil, por la complejidad de la composición de las leguminosas grano, se han llevado a cabo multitud de experimentos en individuos sanos o hipercolesterolémicos, tomando como controles dietas isocalóricas con idéntica proporción de grasa, fibra, proteínas, hidratos de carbono, etc. que las dietas con leguminosas.

Como resultado de estos estudios hoy podemos afirmar que las leguminosas ejercen su acción hipocolesterolemizante por sus efectos propios y específicos en el metabolismo del colesterol a través de diferentes rutas, entre las que cabe indicar, según Fernández y cols. (69).

- a) Inhibición de su absorción intestinal.
- b) Incremento de su excreción biliar.
- c) Disminución de su síntesis hepática.
- d) Modificaciones del metabolismo lipoproteico.

a) La inhibición de la absorción intestinal del colesterol alimenticio es fácil de explicar, si recordamos las múltiples sustancias presentes en las leguminosas, entre las que se hallan los taninos, fitatos, saponinas, fitoesteroles, fibra, etc., que al formar diversos compuestos insolubles —quelatos—, con el colesterol favorecen su eliminación por las heces.

Junto a estos compuestos, se ha sugerido también que la inhibición de la absorción intestinal del colesterol es consecuencia de la distinta relación cuantitativa entre los aminoácidos lisina y arginina, en las proteínas de origen animal y vegetal. Según Vahonuy y cols. (70) las proteínas con un cociente elevado de lisina/arginina —como las proteínas animales— aumentan la absorción de colesterol, mientras que las proteínas de leguminosas, con un bajo cociente de lisina/arginina, inhiben su absorción. No se conoce cuál puede ser el mecanismo de este fenómeno. Aunque se sabe que la proteína de la soja, provoca una reducción en la capacidad del colesterol para unirse a los quilomicrones, mediante la inhibición de la síntesis de la apoproteína B 48 (71).

b) La ingestión de leguminosas no sólo produce una disminución de la absorción intestinal de colesterol, sino que provoca su eliminación.

En efecto las saponinas de las leguminosas, por la acción de las beta-glucosidasas intestinales, se transforman en sapogeninas, que aumentan la excreción biliar de colesterol y fosfolípidos (72, 73).

Del mismo modo algunas proteínas de origen vegetal previenen la colesterolemia, por el aumento de la excreción biliar de esteroides neutros (74).

c) El enzima regulador de la biosíntesis del colesterol endógeno, es la 3-hidro-3-metilglutaril coenzima a (HMG-CoA) reductasa. La fermentación intestinal de la fibra contenida en las legumbres, produce: metano, hidrógeno, dióxido de carbono, y los ácidos acético, butírico y propiónico. Estos ácidos, una vez absorbidos alcanzan el hígado, en donde principalmente el propiónico, inhibe la actividad de la HMG-CoA reductasa y por tanto la biosíntesis del colesterol (75).

Está claro que el efecto hipocolesterolémico de determinadas proteínas depende, en parte, de su composición aminoacídica (76) y del efecto de los aminoácidos sobre la actividad de la HMG-CoA reductasa (77). Por otra parte, las proteínas con un bajo cociente de lisina/arginina favorecen la liberación del glucagón, que a su vez inhibe la actividad de la HMG-CoA reductasa (78).

d) Gracias a las investigaciones de Shutler (79), hoy se admite que las leguminosas modulan la expresión de los receptores lipoproteicos, por lo que aceleran el catabolismo de las lipoproteínas de densidad baja, muy baja e intermedia (80).

En una investigación reciente con voluntarios de 18 a 21 años de edad, Frubeck y colaboradores, pudieron demostrar que la administración de harina o puré de habas con la dieta, provoca simultáneamente, una disminución de las lipoproteínas LDL, primer objetivo de la terapia de disminución del colesterol, junto con un aumento de las HDL, factor por excelencia para disminuir los riesgos de la enfermedad coronaria cardiaca (81).

7.2. Carcinogénesis

El conocimiento de la relación existente entre dieta y desarrollo del cáncer, se basa fundamentalmente en análisis epidemiológicos, es decir

en la asociación existente entre la frecuencia de diferentes tipos de cáncer y los datos de consumo de alimentos. Estos estudios han puesto claramente de manifiesto que las diferencias en la incidencia de cáncer entre diferentes poblaciones, no depende únicamente de factores genéticos, sino también de los hábitos dietéticos.

Basados en las conclusiones anteriores, el Instituto Americano para la Investigación del Cáncer han publicado recientemente recomendaciones dietéticas, con objeto de conseguir una eficaz prevención del cáncer. Una de sus conclusiones fundamentales es que la dieta habitual debe basarse en productos vegetales, subrayando, que un 50% al menos de su energía debe de proceder de cereales, legumbres y tubérculos.

En los años 70 surgió la «hipótesis de la fibra» ya que se observó una asociación negativa entre el consumo de fibra y varios tipos de enfermedades (82). En este sentido Burkitt (83) observó que algunas poblaciones africanas que consumían mucha fibra presentaban una baja prevalencia de cáncer de colon.

Posteriormente un Comité de la Academia Nacional de Ciencias Americana indicó que no existía ninguna evidencia concluyente de que la fibra dietética, tal como se presenta en frutas, hortalizas, legumbres y cereales, ejerciera un efecto protector frente al cáncer colon-rectal del hombre.

Otras investigaciones tampoco han podido establecer esta relación (84, 85). Así un estudio hecho en la población escandinava sobre incidencia de cáncer de colon puso de manifiesto que los daneses presentaban una incidencia muy superior a la de los finlandeses. Ambos grupos tenían el mismo nivel socioeconómico, similares costumbres gastronómicas e ingerían una cantidad de fibra similar (86). Como indica Graf, tampoco se ha visto que el consumo de fruta, un alimento rico en fibra, influya de forma estadísticamente significativa en la dimensión de la carcinogénesis (87). Al contrario, en ciertas situaciones la fibra alimentaria puede promover experimentalmente, cáncer de colon (88).

Lo que se ha observado posteriormente es, que la asociación negativa entre la ingestión de fibra y la incidencia de cáncer se debe al hecho de que los alimentos ricos en fibra poseen gran cantidad de ácido fítico,

que es el factor realmente protector frente a algunos tipos de cáncer (80, 90, 91). Si verdaderamente es el ácido fítico un factor protector frente al cáncer de colon, es lógico que la prevalencia de dicho cáncer sea menor en la población finlandesa ya que el consumo de fitatos en esta población es un 20%-40% superior al de la población danesa.

El efecto antitumoral del ácido fítico, se ha demostrado tanto *in vitro* como *in vivo* (92, 93). Dicho efecto es dosis dependiente (94). Por otra parte el fitato no sólo es activo en el cáncer de colon (95, 96, 97), sino también en el cáncer de mama (98, 99) y como indica Vucenik, también en fibrosarcomas y carcinomas hepatocelulares (100).

Basándose en los datos anteriores y otros del mismo signo, se ha llegado a proponer el uso de fitatos, no sólo en la prevención sino también en el tratamiento del cáncer.

No se conoce exactamente el mecanismo por el que el ácido fítico ejerce su acción antitumoral.

Hasta hace poco se pensaba que por ser el fitato una molécula con muchas cargas negativas, no podía absorberse por el intestino, ni transportarse al interior de las células. Sin embargo, se ha comprobado que se absorbe rápidamente desde el estómago y el intestino (101) y que las células cancerígenas lo transportan con facilidad desde el medio de incubación (102).

En estudios con líneas celulares cancerígenas, de origen animal y humano, se ha demostrado que el fitato reduce la velocidad de proliferación celular en todos los casos, y en algunos es capaz de invertir el fenotipo de células malignas a un fenotipo normal; por otra parte, a diferencia de otros agentes anticancerígenos su administración no produce citotoxicidad, la velocidad de crecimiento de las células disminuye, y maduran y mueren.

Las células asesinas naturales (las natural killer de los angloparlantes) juegan un papel fundamental en la defensa del huésped y frente a la neoplasia. La presencia de los fitatos aumenta la actividad de estas células, lo que se correlaciona con su actividad antitumoral (103). También los fitatos tienen la capacidad de quelar diferentes cationes. La quelación del ión ferroso inhibe completamente su capacidad para cata-

lizar la formación de radicales libres hidroxilo ($\cdot\text{OH}$), inhibiendo con ello la peroxidación de los lípidos, y el daño al DNA. Como se sabe los radicales libres, son especies muy reactivas, que están implicadas en el daño celular y en el proceso de la carcinogénesis (104). El fitato se comportaría según este mecanismo, como un antioxidante, que es su acción naturales en las plantas.

Otro mecanismo a tener presente es su papel a través de la quelación del Mg y Zn (105) El Mg es unión necesario en el sistema del segundo mensajero intracelular. La timidina kinasa es una enzima esencial para la síntesis del DNA y la división celular. Su actividad se reduce cuando hay una deplección de Zn. El fitato al quelar ambos cationes disminuye la velocidad de crecimiento celular.

Se ha propuesto también que el fitato, actúa participando en el *pool* intracelular del inositol-fosfato. Como ya se ha mencionado, el fitato se transporta al interior de la célula con rapidez, y una vez dentro, es hidrolizado a otras especies de inositol con menos grupos fosfato, particularmente inositol trifosfato.

Las especies de inositolfosfato con 1-4 grupos fosfato, son mensajeros intracelulares. El inositol trifosfato está relacionado con la mitosis celular, por este mecanismo el fitato actuaría a través de sus productos de hidrólisis intracelular.

Es improbable, que dadas las distintas acciones del fitato, el mecanismo anticancerígeno se ejerza por una vía única.

Las legumbres poseen inhibidores de proteasas, como el inhibidor de Bowmwan Birk (BBI) o el inhibidor de la tripsina de Kinitz que tienen acción anticancerígena (106).

El BBI, aislado, es capaz de suprimir la carcinogénesis *in vivo*. En estudios animales, se ha observado que esta sustancia previene el cáncer de colon en un 100% y suprime el carcinoma hepático en un 71%, el oral en un 86% y el de pulmón en el 48% de los casos (107). El 6% de la proteína de la soja está compuesto por inhibidores de proteasas y de ese porcentaje el 20-25% es BBI (108).

En los animales, se han observado algunos efectos negativos para la salud, atribuibles a estos inhibidores de las proteasas como son hipetrofia

e hiperplasia pancreática e incluso en algunos casos carcinoma de páncreas. La hipertrofia e hiperplasia se explican según Liener, por la regulación de la secreción de tripsina a través de la colecistoquinina (CCK). Al estar inhibida la tripsina intestinal por acción de los inhibidores de tripsina la CCK hace que se segregue más tripsinógeno desde el páncreas (109). Respecto a su efecto cancerígeno en el páncreas no existen pruebas concluyentes y mas bien parece deberse a la grasa de la soja que promueve en los animales cáncer de páncreas (110). A pesar de estos efectos negativos en los animales, es muy difícil e improbable, según Kennedy, que esto pueda ocurrir en el hombre. La evidencia epidemiológica indica lo contrario, ya que las personas que consumen gran cantidad de productos de soja no tienen mayor riesgo de padecer cáncer de páncreas; de hecho sus tasas son menores (111).

Además de los compuestos mencionados hasta ahora, las legumbres contienen otras sustancias que están siendo estudiadas en la actualidad por su posible efecto anticancerígeno.

Estas sustancias son los fitoestrógenos que incluyen las isoflavonas, como la genisteína y la daidzeína y los lignanos, como la enterolactona y enterodiol. Las isoflavonas se encuentran casi exclusivamente en las legumbres, los lignanos están más ampliamente distribuidos en las plantas pero se han estudiado menos. Los fitoestrógenos tienen una estructura similar al estradiol y por ello son capaces de unirse a los receptores de estrógenos (112).

Las isoflavonas y particularmente la genisteína abundan en la soja y esta es la razón principal por la que se han realizado muchos estudios experimentales con estas sustancias en animales y en líneas celulares cancerígenas así como investigaciones epidemiológicas en humanos.

Las isoflavonas son capaces de producir una respuesta estrogénica tanto en los animales como en el hombre. Esta respuesta es débil si se compara con los estrógenos de los mamíferos, pudiendo por ello ser agonistas o antagonistas de los estrógenos endógenos, dependiendo de la concentración de los mismos (113).

El cáncer de mama es el cáncer más frecuente en las mujeres de los países desarrollados y su incidencia está aumentando actualmente. Como se sabe es altamente dependiente de las hormonas asociadas con la

función ovárica, y en este sentido hay publicaciones que evidencian que los fitoestrógenos pueden tener un cierto papel protector frente al cáncer de mama (114).

Estudios epidemiológicos en Asia, donde es muy frecuente la ingestión de diversos preparados de soja, han puesto de manifiesto que las poblaciones de estos países, presentan menor incidencia de cáncer de mama que las mujeres de los países occidentales donde el consumo de los derivados de la soja es menor (115, 116).

Estudios en animales, realizados con genisteína, una de las isoflavonas mayoritarias de la soja han puesto de manifiesto que su efecto fundamental se debe a que más que a prevenir su formación, aumentan el período de latencia de los tumores al impedir su crecimiento dado que muchos tumores tienen que descubrirse por necropsia y no por palpación (117).

No se conoce actualmente el mecanismo de acción de la genisteína y si bien sus efectos, en general se han atribuido a la acción antiestrogénica, se sabe que posee otras acciones anticancerígenas no relacionadas con esta actividad. Por ejemplo, la genisteína inhibe las tiroxina-kinasas responsables de la regulación de la división celular inhibiendo por ello el crecimiento de muchas líneas celulares (118).

También los fitoestrógenos, pueden ser útiles en el cáncer de próstata, que es el cáncer hormona-dependiente más frecuente en varones y cuya incidencia como la del cáncer de mama, está aumentando últimamente (119).

Existe un efecto terapéutico bien conocido de los estrógenos en el cáncer de próstata pero hay muy pocos estudios con derivados de soja y los resultados obtenidos no son concluyentes (120).

Se ha sugerido también, cierta acción de las isoflavonas en el cáncer de colon, a pesar de que dicho cáncer no tiene una fuerte asociación con el estado hormonal (121).

Consecuencia de los efectos fisiológicos de los fitoestrógenos, las industrias norteamericana y australiana han lanzado ya al mercado, suplementos dietéticos que contienen genisteína, o tabletas de extractos naturales de isoflavonas.

Otras sustancias presentes en las legumbres con propiedades anticancerígenas, son las saponinas. No se conoce su mecanismo de acción, aunque Rao y colaboradores, han observado una citotoxicidad directa frente al desarrollo de tumores en estudios tanto *in vitro* como *in vivo* (122). Por otra parte las saponinas pueden actuar retrasando la iniciación y el desarrollo del cáncer de colon. En estudios epidemiológicos, se ha observado una fuerte asociación entre la concentración de ácidos biliares de las heces y la incidencia del cáncer de colon. La unión de las saponinas a los ácidos biliares reduce su concentración en el intestino retrasando por tanto el inicio del cáncer (123).

Hace años a los taninos se les consideraba como cancerígenos en el hombre (124, 125). Dentro de esa línea, los taninos y el ácido tánico habían sido incluidos, desde 1978 entre los agentes cancerígenos por la *Occupational Safety and Health Administration* (126).

Investigaciones posteriores hicieron que se les asignara un papel antimutagénico y anticanceroso (127, 128, 129). En la actualidad se piensa que su papel depende de la cantidad ingerida. A pequeñas concentraciones sus efectos son positivos, a mayores negativos.

7.3. Diabetes

Las dietas ricas en legumbres, presentan junto a sus acciones sobre el metabolismo lipídico, efectos beneficiosos, respecto al metabolismo de los hidratos de carbono, principalmente en pacientes diabéticos, ya que de todos los alimentos amiláceos más frecuentes, los ingeridos con las legumbres, suelen provocar una menor respuesta postprandial de glucosa e insulina.

Después de una comida con legumbres o con ciertos derivados, de las mismas, la absorción postprandial de glucosa se reduce, así como la secreción de insulina. El retardo en la absorción de glucosa parece deberse a la naturaleza del almidón de las legumbres y a su típica localización en las paredes celulares de las leguminosas. Como la absorción de la glucosa se retrasa, la secreción de insulina se reduce, lo que lleva consigo una disminución de la actividad de la HMG-Co a reductasa y por consiguiente de la formación de colesterol.

Es bien conocido el hecho de que en el tratamiento de los enfermos diabéticos, una buena pauta es la administración de carbohidratos complejos, de absorción lenta, que impiden la rápida subida de la glucemia, que se presenta al tomar azúcares sencillos. La presencia en la leguminosas del primer tipo de carbohidratos permite obtener un índice glucémico beneficioso tanto en los diabéticos dependientes o no de la administración de insulina, como incluso en sujetos sanos (130, 131). También Fruhbeck y col., pudieron comprobar estos efectos (81).

7.4. Osteoporosis

La osteoporosis en las mujeres suele ir asociada con la menopausia, ya que la pérdida de estrógenos, acelera la pérdida ósea. La osteoporosis favorece las fracturas óseas, que están aumentando en los países occidentales, en los que crece la proporción de ancianos. La incidencia de osteoporosis y fracturas de cadera, es menor en Asia que en la mayoría de las comunidades occidentales (132). Una terapia sustitutiva adecuada puede prevenir la pérdida ósea, aproximadamente, hasta los 75 años (133).

Dentro de la terapia hormonal sustitutiva, desde hace unos años viene usándose para prevenir la osteoporosis, el fármaco sintético priflavone, muy parecido en su estructura química, a la daidzeína y genisteína (134). Los efectos hormonales de los fitoestrógenos, junto con los datos anteriores, han impulsado las investigaciones sobre el papel de las legumbres, especialmente de la soja, frente a la osteoporosis. Por ahora, se ha comprobado que ratas adultas ovariectomizadas, alimentadas con proteína de soja —que contenía isoflavonas— previenen mucho la pérdida ósea al aumentar su formación respecto a su reabsorción, que las alimentadas con caseína como fuente proteica (135).

También se ha demostrado recientemente en mujeres postmenopáusicas que la ingestión con la dieta de soja —con isoflavonas— aumentaba la densidad ósea (136).

En resumen los fitoestrógenos, pueden tener un efecto beneficioso en la menopausia y en la osteoporosis como se ha comprobado, en algunos estudios con modelos animales y humanos (137, 138).

7.5. Litiasis

Además de las múltiples acciones beneficiosas de las legumbres en la reducción del colesterol, el cáncer y la diabetes y en el caso de las que son ricas en fitoestrógenos en la osteoporosis, las legumbres ricas en fitatos, pueden ser eficaces en la prevención de la urolitiasis.

Efectivamente los estudios epidemiológicos de Modlin, realizados en los años 60, con individuos de raza blanca o negra, en Sudáfrica, parecen indicar que la litiasis renal está relacionada con el régimen dietético, ya que la incidencia de cálculos renales era mucho mayor en los individuos de raza blanca, que consumían habitualmente menos legumbres, maíz y pan, y por consiguiente menores ingestas de fibra y de fitatos (140).

Años mas tarde el mismo autor sostenía la hipótesis de que el inositol-fosfato es un inhibidor efectivo de la formación de cálculos renales (141). Resultados que fueron confirmados por Ohkawaka y cols. (142).

Por otra parte, estudios recientes sobre la génesis de los cálculos renales sugieren renovar algunas ideas, entre ellas la más generalizada de que la alta ingestión de calcio favorecería la litiasis renal. Para Curhan y colaboradores, esto no es así (143). Sus resultados indican que la ingestión dietética de calcio guarda una relación inversa con el riesgo de cálculos renales. Su tesis se apoya en estudios epidemiológicos, con una población de 45.619 hombres durante cuatro años, y según sus datos la alta ingestión de calcio, provoca la formación de precipitados de oxalato cálcico, con lo que se reduce la absorción intestinal de oxalato y por consiguiente su eliminación por la orina, y se dificulta la formación de cálculos renales.

Por otra parte, en este estudio no se halló ninguna correlación entre ingestión de ácido fítico y litiasis renal.

Finalmente, una última propiedad, en principio interesante de la alimentación con legumbres, es la reciente aportación del grupo de investigadores de la Universidad de Kioto en la que comprueban que los animales alimentados con proteína de soja, retardan su senectud en comparación con los alimentados con caseína.

Desde los trabajos de McCay en 1935, se conoce que la restricción energética aumenta la esperanza de vida, pero no se había estudiado el papel que la calidad proteica de una dieta pudiera tener en este fenómeno. Los resultados de los japoneses muestran que al reemplazar en la dieta, la proteína de la caseína, por la proteína de la soja —en forma de aislados— ese cambio, produce un retraso en la aparición de la senectud, de modo semejante a como lo provoca la restricción energética (véase el capítulo 9 de esta monografía). Todavía no se ha estudiado este fenómeno en humanos, ni se puede descartar por ahora el que este hecho no sea debido parcialmente a los materiales no proteicos de la preparación dietética (144).

BIBLIOGRAFÍA

- (1) CUBERO, J.J.; MORENO, M.T. (1983): Leguminosas grano. Ed. Mundi-Prensa.
- (2) BRESANI, R.; ELIAS, L.C. (1974): Legume foods. En: *Food Science and Technology*. Academic Press. Pp: 231-287.
- (3) GARCÍA, M.; TORRE, M.; MARINA, M.L.; LABORDA, F. (1997): Composition and characterization of soybean and related products. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 37: 361-391.
- (4) SHEFF, D. (1982): Want to have pasta and eat it too? *People Weekly* 28: 30.
- (5) CARLSON, G. L.; LI, B.U.K.; BASS, P.; OLSEN W.A. (1983): A bean alpha amylase inhibitor formulation (starch bloquer) is ineffective in man. *Science* 219: 393.
- (6) GARROW, J.S.; SCOTT, P.; HEELS, S.; NAIR, K.S; HALLIDAY, D. (1983): Starch blockers are ineffective in man. *Lancet* 60.
- (7) PUSZTAI, A. (1993): Dietary lectins are metabolic signals for the gut and modulate immune and hormone functions. *Eur. J. Clin. Nutr.* 47: 691-699.
- (8) NYMAN, M.E.; BJORK, I.M. (1989): In vivo effects of phytic acid and pholiphenols on the bioavailability of polysaccarides and other nutrients. *J. Food Sci.* 54: 332-335.
- (9) MOTILVA, M.J.; MARTÍNEZ, J.A.; ILUNDAIN, A.; LARRALDE, J. (1983): Effect of extracts from bean (*Phaseolus vulgaris*) and field bean (*Vicia faba*) varieties on intestinal d-glucose transport in rat in vitro. *J. Sci. Food Agric.* 34: 239.
- (10) BARCINA, Y.; ALCALDE, A.I.; ILUNDAIN, A.; LARRALDE, J. (1984): Kinetic study of the effects of extracts from *Vicia Faba* war. Equina on intestinal sugar absorption *J. Sci. Food Agric.* 35: 996
- (11) BUTLER, L.G.; ROGLER, J.C. (1992): Biochemical mechanisms of the antinutritional effects of tannins. In: Phenolic compounds in Food and their effects on health. I. Capter 23 *Acs Syposium series 506*. Ho, C.T.; Lee, C.Y., Huang, M.T. Eds. American Chemical Sociaty. Washington D.C. Pp. 298.

- (12) LASZTITY, R.; HIDVEGI, M.; BATA, A. (1998): Saponines in food *Food Reviews* 14: 112.
- (13) HALLBERG, I.; BRUNE, M.; ROSSANDER, I. (1989): Iron absorption in man: ascorbic acid and dose-dependent inhibition by phytate *Am. J. Clin. Nutr.* 49: 140.
- (14) HURREL, R.F.; JULLERAT, M.A.; REDDY, M.B.; LYNCH, S.R.; DASSENKO, S.A.; COOK, J.D. (1992): Soy protein phytate and iron absorption in humans *Am. J. Clin. Nutr.* 56: 573.
- (15) SANDBERG, A.S.; ANDERSSON, H. (1988): Effect of dietary phytase on the digestion of phytate in the stomach and small intestine of humans *J. Nutr.* 118: 469.
- (16) KUHNAU, J. (1979): The flavonoids: a class of semiessential food components: their role in human nutrition. *World Rev. Nutr. Diet.* 24: 117-120.
- (17) Flavonoids in health and disease. (1998): Ed. C.A. Rice Evans; L. Packer. Marcel Decker, Inc. Pp. 463.
- (18) LARRALDE, J. (1982): Estudio de algunos trastornos que se presentan en los animales tras la ingestión de semillas de *Vicia faba*. *Rev. Esp. Fisiol.* 38: 345-349.
- (19) LARRALDE, J.; MARTÍNEZ, J.A. (1989): A Reappraisal of the nutritional utilization of legumes. *Rev. Esp. Fisiol.* 45, Supl. 225-232.
- (20) LASHERAS, B.; BOLUFER, J.; CENARRUZABEITIA, E.; LLUCH, M.; LARRALDE, J.: Effect of raw legume diets on disaccharidase activity in the small intestine of chick. *Rev. Esp. Fisiol.* 36: 89-92.
- (21) SANTIDRIAN, S.; LASHERAS, B.; CENARRUZABEITIA, E. BOLUFER, F.; LARRANDE, J. (1981): Intestinal absorption of D-galactose and L-leucine and intestinal disaccharidase activities in growing chickens fed different raw legume diets. *Poultry Science* 6: 887-891.
- (22) LASHERAS, B.; FERNÁNDEZ, N.; CENARRUZABEITIA, E.; FOTAN, E.; LARRALDE, J. (1980): *Comp. Rend. Bull. Liayson* 9: 279-286.
- (23) MOTILVA, M.J.; MARTÍNEZ, J.A.; ILUNDAIN, A.; LARRALDE, J. (1983): Effect of extracts from bean (*Phaseolus vulgaris*) and field bean (*Vicia faba*) varieties on intestinal D-glucose transport in rat in vivo *J. Sci. Food Agric.* 33: 231-235.
- (24) SOBRINI, F.J.; MARTÍNEZ, J.A.; ILUNDAIN, A.; LARRALDE, J. (1983): The effects of *Vicia faba* L. polyphenols on absorption growth and metabolism in the rat. *Food Hum. Nutr.* 33: 231-235..
- (25) CENARRUZABEITIA, E.; LASHERAS, B.; FONTAN, J.; LLUCH, M.; LARRALDE, J. (1980): Effect of raw legume diets on disaccharidase activity in the small intestine of chicks. *Rev. Esp. fisiol.* 36: 331-336.
- (26) CENARRUZABEITIA, E.; BELLO, J.; LARRALDE, J. (1977): Value of *Vicia faba* for promoting the recovery of protein depleted rats. *Planta Foods Hum. Nutr.* 27: 349-358.
- (27) MARTÍNEZ, J.A.; LARRALDE, J. (1984): Influence of diets containing different levels of *Vicia faba* L. as source of protein on body protein composition and nitrogen balance of growing rats. *Ann. Nut. Met.* 28: 174-180.

- (28) BARCINA, Y.; MARTÍNEZ, J.A.; CENARRUZABEITIA, E.; LARRALDE, J. (1986): Muscle and liver cellular growth and protein synthesis capacity as affected by dietary protein ageing *Fabis* 14: 38-40.
- (29) SOBRINI, J.; SANTIDRIÁN, D.; LARRALDE, J. (1982): Effect of tannin content of *Vicia faba* L. Seeds (varieties equina and minor value in growing male rats. *Fabis* 5: 32-35.
- (30) VILLANUEVA, M.R.; MARTÍNEZ, A.J.; LARRALDE, J. (1987): Intestinal disaccharidase and dipeptidase activities in growing rats a raw field bean (*Vicia faba* L.) diet *J. Sci. Food. Agric.* 163-169.
- (31) MACARULLA, M.T.; MARTÍNEZ, J.A.; LARRALDE, J. (1986): In *Workshop on Antinutritional Factors in Legumes* (J. Huisman, Ed.). Pudor, Wageningen. Pp. 368-371.
- (32) MARTÍNEZ, J.A.; LARRALDE, J. (1983): Correlation among growth rate and weight of rats fed on diets containing *Vicia faba* or casein as sources of protein at different levels. *Growth* 47: 26-34..
- (33) MARTÍNEZ, J.A.; BARCINA, Y.; LARRALDE, J. (1986): Zinc bioavailability from a fabe diet to rats. *Rev. Esp. Fisiol.* 42: 23-28.
- (34) MARTÍNEZ, J.A.; BARCINA, Y.; LARRALDE, J. (1985): Interrelationships between zinc supply and protein source in young and adult rats. *Nutr. Rep. Int.* 32: 1037-1046.
- (35) SANTIDRIAN, S.; SOBRINI, F.J.; BELLO, J.; LARRALDE, J. (1981): Guanidinoacetate methyltransferase activity in growing male rats fed on a raw field bean. *Enzyme* 26: 103-109.
- (36) MARTÍNEZ, J.A.; GOENA, M.; SANTIDRIÁN, S.; LARRALDE, J. (1987): Response of muscle fiber and whole body protein turnover to two different sources of protein in growing rats. *Ann. Nutr. Metabol.* 32: 146-153.
- (37) SANTIDRIÁN, D.; MARZO, F.; LASHERAS, B.; CENARRUZABEITIA, E.; LARRALDE, J. (1980): Growth rate and composition of skeletal muscle of chickens fed different raw legume diets. *Growth* 44: 336-342.
- (38) BELLO, J.; CENARRUZABEITIA, E.; LARRALDE, J. (1972): Factores antinutritivos contenidos en las semillas de *Vicia faba* III. Cambios en las fracciones sarcoplásmicas y miofibrilares del tejido muscular de ratas en crecimiento. *Rev. Nutr. Animal X* 225-236.
- (39) BELLO, J.; CENARRUZABEITIA, E.; LARRALDE, J. (1972): Factores antinutritivos contenidos en las semillas de *Vicia faba*. IV Influencia de la composición proteica del tejido muscular de Broilers. *Rev. Nutr. Animal X* 237-246.
- (40) SANTIDRIÁN, S.; RODRÍGUEZ, M.L.; LARRALDE, J. (1984): Developmental changes on protein turnover in growing rats fed on field bean (*Vicia faba*) as source of protein *Arch. Latinoamer. Nutr.* 34-3: 466-476.
- (41) GOENA, M.; SANTIDRIÁN, S.; CUEVILLAS, F.; LARRALDE, J. (1984): Rate of muscle protein synthesis in field bean (*Vicia faba* L.) fed growing rats. *Rev. Esp. Fisiol.* 40 (1): 123-124.

- (42) MARTÍNEZ, J.A.; GOENA, M.; SANTIDRIÁN, S.; LARRALDE, J. (1987): Response of muscle liver and whole body protein turnover to two different sources of protein in growing rats. *Nutrition and Metabolism* 32: 146-153.
- (43) SANTIDRIÁN, S.; SOBRINI, F.J.; BELLO, J.; LARRALDE, J. (1981): Guanidinoacetate methyltransferase activity in growing male rats fed on a raw field bean. *Enzyme*, 26: 103. 106.
- (44) CENARRUZABEITIA, E.; SANTIDRIÁN, S.; BELO, J.; LARRALDE, J. (1979): Effect of raw field bean *Vicia faba* on amino acid degrading enzymes in rats and chickens. *Nutrition and Metabolism* 23: 203-210.
- (45) MARTÍNEZ, J.A.; LARRALDE, J. (1983): Myofibrillar protein breakdown in growing rats fed on diets containing field bean (*Vicia faba* L.) as the source of protein. *Nutrition Reports International* 27 (6): 1113-1124.
- (46) MACARULLA, M.T.; MARTÍNEZ, J.A.; LARRALDE, J. (1988): *Proc. I. Internat. Conf. Antinutr. Factors*. Wageningen, 5, 6.
- (47) FAO (1982): Las leguminosas en la nutrición humana.
- (48) SILVA, H.C.; LUH, B.S. (1979): Changes in oligosaccharides and starch granules in germinating beans. *Can. Inst. Food. Sci. Technol. J.* 12: 103.
- (49) IYER, V.; SALUNKHE, D.K.; SATHE, K.; ROCKLAND, L.B.. (1980): Quick cookind beans (*Phaseolus vulgaris* phytates, oligosaccharides, and antienzymes. *Qual. Plant. Foods Human. Nutr.* 30: 45.
- (50) REDDY, N.R.; BALAKRISHNAN, C.; SALUNKE, D.K. (1978): Phytate phosphorus and mineral changes during germination and cooking of black gram (*Phaseolus mungo*) seeds *J. Food. Sci.* 43: 540.
- (51) SATHE, S.K.; SALUNKHE, D.K. (1981): Investigations on winged bean proteins and antinutritional factors, 2^{end} *Int. Wingead Bean Semin* Colombo, Sri Lanka.
- (52) BRESSANI, R.; ELIAS, L.G. (1980): The nutritional role of polyphenols in beans, in *Polyphenols in Cereals and legumes*. Hulse, J.H. Ed. International Development Research Centre, Ottawa, Canadá.
- (53) IYENGAR, A.K.; KULKARNI, P.R. (1977): Oligossacharide levels of processed legumes. *J. Food Sci. Technol.* 14: 222.
- (54) TABEKHIA, M.M.; LUH, B.S. (1980): Effect of germination cooking and cannig on phosphorus and phytate retention in dry beans. *J. Food Sci.* 45: 406.
- (55) CHEN, L.H.; THCKER, R.R.; PAN, S.H. (1977): Effect of germination on hema-glutinating activity of pea and bean seeds. *J. Food Sci.* 1666.
- (56) SATHE, S.J.; DESHPANDE, S.S.; REDDY, N.R.; GOLL, D.E.; SALUNKHE, D.K. (1983): Effects of germination on proteins, raffinosa oligosccarides, and antinutritional factors in the Great Northern veas (*Phaseolus vulgaris*) *J. Food Sci.* 48: 1796
- (57) ZAMORA, A.F.; FILEDS, M.L. (1979): Nutritive quality of fermented cowpeas (*Vigna sinensis*) and chickpeas (*Cicer arietinum*) *J. Food Sci.* 44: 234.
- (58) FARDIAZ, D.; MARKAKIS, F. (1981): Degradation of phitic acidin Oncom (Fermented Peanut press cake) *J. food Sci.* 46: 523.

- (59) REDDY, N.R.; SALUNKE, D.K. Effects of fermentation on phytate phosphorus and mineral content in black gram, rice, and black gram and rice blend *J. Food Sci.* 45: 1708.
- (60) DE LUMEN, B.O.; SALAMT, L.A. (1980): Trypsin inhibitor activity in winged bean and the possible role of tannin *J. Agric. Food. Chem.* 28: 533.
- (61) FERNÁNDEZ QUINTELA, A.; LARRALDE, J.; MACARULLA, M.A.; MARCOS, R.; MARTÍNEZ, J.A. (1993): Leguminosas y concentrados de proteína: Nuevas perspectivas y aplicaciones. *Alimentaria* 239: 59-63.
- (62) M.F. OLIVER (1981): *British Medical Bulletin* 37: 49-58.
- (63) GONZALVO, B. (1988): Legumbres: larga marcha hacia la reconquista. *Merca Consumo* 4: 6-11.
- (64) SMITH, G.D.; PEKKANEN, J. (1992): Should there be a moratorium on the use of cholesterol lowering drugs? *Br. Med. J.* 304: 431-434.
- (65) GOLDBER, A.C. (1995): Perspectives on soy protein as a nonpharmacological approach for lowering cholesterol. *J. Nutr.* 125: 675S-678S.
- (66) GRANDE, F.; ANDERSON, J.K.; KEYS, A. (1965): Effect of carbohydrates of leguminous seeds, wheat and potatoes on serum cholesterol concentration in man. *J. Nutr.* 86: 313-317.
- (67) SACKS, F.M.; BRESLOW, J.L.; WOOD, P.G.; KASSE, H. (1983): Lack of an effect of dairy protein (casein) and soy protein on plasma cholesterol of strict vegetarians. An experimental and critical review. *J. Lipid Res.* 24: 1012-1020.
- (68) SWAIN J.F.; ROUSE, I.L.; CURLEY, C.B.; SACKS, F.M. (1990): Comparison of effects of oat bran and low-fiber wheat on serum lipoprotein levels and blood pressure. *N. engl. J. Med.* 322: 147-152.
- (69) FERNÁNDEZ, A.L.; MARZO, F.; ROMÁN, J.; DÍAZ, M.; SANTIDRIÁN, S. (1995): Efecto hipocolesterolemizante de las leguminosas. *Rev. Med. Univ. Navarra* 39: 205-213.
- (70) VAHOUNY, G.V.; CHALCARZ, W.; SATCHITHANANDAM, S.; ADAMSON, I.; KLUFERLD, D.M.; KRITCHVESKY, D. (1984): Effect of soy protein an casein intake on intestinal absorption and lymphatic transport of cholesterol and oleic acid. *Am. J. Clin. Nutr.* 40: 1156-1161.
- (71) HO, H.T.; KIM, D.N.; LEE, K.T. (1989): Intestinal apolipoprotein B48 synthesis and lymphatic cholesterol transport are lower in swine fed high fat, high cholesterol diet with soy protein than casein. *Atherosclerosis* 77, 15-23.
- (72) RAMESHA, C.S.; PAUL, R.; GANGULY, J. (1980): Effect of dietary unsaturated oils on the biosynthesis of cholesterol and biliary cholesterol and bile acids in rats. *J. Nutr.* 110: 2149-2158.
- (73) RIGOTTI, A.; MARZOLO, M.P.; ULLOA, N.; GONZÁLEZ, O.; NERVI, F. (1989): Effect of bean intake on biliary lipid secretion and on hepatic cholesterol metabolism in rat. *J. Lipid Res.* 30: 1041-1048.
- (74) MCCLELLAND, J.V.; SHIH, C.H. (1988): Prevention of hypercholesterolemia and atherosclerosis in japanese quail by high intake of soy protein *Atherosclerosis* 74: 1127-1138.

- (75) CHEN, W.; J.L.; ANDERSON, J.W.; JENNINGS, D. (1984): Propionate may mediate the hypocholesterolemic effects of certain soluble plant fibres in cholesterol-fed rats. *Proc. Soc. Ex. Biol. Med.* 175: 215-218.
- (76) IDEKA, AIMAIZUMI, K.; SUGANO, M. (1993): Interaction of dietary protein and fat on plasma cholesterol and amino acid levels, fatty acid desaturation and prostacyclin production in exogenous hypercholesterolemic rats. *Biosci. Biotech. Biochem.* 57: 1867-1872.
- (77) TASKER, T.E.; POTTER, S.M. (1993): Effects of dietary protein source on plasma lipids HMGCoA reductase activity and hepatic glutathione levels in gerbils. *J. Nutr. Biochem.* 4: 458-462.
- (78) SÁNCHEZ, A.; HUBBARD, R.W. (1991): Plasma amino acids and the insulin/glucagon ratio as an explanation for the dietary protein modulation of atherosclerosis. *Med. Hypotheses* 35: 324-329.
- (79) SHUTLER, S.M. (1988): Investigations into the hypocholesterolemic effect of legumes. Reading, Pennsylvania, USA. Universidad de Reading, Tesis Doctoral.
- (80) SHUTLER, S.M.; BIRCHER, G.M.; TREDGER, J.A.; MORGA, L.M.; WALKER, A.F.; LOW, AG. (1989): The effect of daily baked bean *Phaseolus vulgaris* consumption on the plasma lipid levels of young, normocholesterolemic men. *Br. J. Nutr.* 257-265.
- (81) FRUBECK, G.; MONREAL, L.; SANTIDRIÁN, S. (1997): Hormonal implications of the hypocholesterolemic effect of intake of field bean (*Vicia faba* L.) by young men with hypercholesterolemia. *Am. J. Clin. Nutr.* 66: 1452-1460.
- (82) WYNDER, E.L.; HIRAYAMA, T. (1977): comparative epidemiology of cancers of the United States and Japan. *Prev. Med.* 6: 567-594.
- (83) BURKITT, D.P.; WALKER, A.R.P.; PAINTER, N.S. (1974): *JAMA* 229: 1068.
- (84) POTTER, J.D. (1990): the epidemiology of fiber and colorectal cancer: Why don't the epidemiologic data make better sense? En: Kirtchvsky, D.; Bonfield, C.; Anderson, J.W. Eds. *Dietary Fiber*. Nueva York EEUU. Plenum Press. 431-446.
- (85) TROCK, B.; LANZA, E.; GREEWALD, P. (1990): Dietary fiber, vegetables and colon cancer: critical review and meta-analysis of the epidemiologic evidence. *J. Nat. Cancer Inst.* 82: 650-661.
- (86) ENGLYST, H.N.; BINGHAM, S.A.; WIGGINS, H.S. (1982): Nonstarch polysaccharide consumption in four Scandinavian populations *Nut. Cancer* 4: 50-60.
- (87) GRAF, E. (1983): Applications of phytic acid. *J. Am. Oil. Chem.* 60: 1861-1867.
- (88) JACOBS, L.K. (1987): Effect of dietary fiber on colonic cell proliferation and its relationship to colon carcinogenesis. *Prev. Med.* 16: 566-571.
- (89) GRAF, E.; EATON, J.W. (1983): Antioxidant functions of phytic acid. *Free Radicals Biol. Med.* 8: 61-69.
- (90) SHAMSUDDIN, A.M. (1995): Inositol phosphates have novel anticancer function. *J. Nutr.* 125: 725S-732S.
- (91) THOMPSON, L.U. (1995): Phytic acid and other nutrients: are they partly responsible for health benefits of high fiber foods? En: Kirtchvsky, D.; Bonfield,

- C. Eds. Dietary fiber in health and disease. St. Minnesota, EEUU: Eagan Press. 305-317.
- (92) BATEN, A.; ULLAG, A.; TOMAZIC, V.; SHAMSUDDIN, AM. (1989): Inositol-phosphate induced enhancement of natural killer cell activity correlates with tumor suppression. *Carcinogenesis* 10: 1595-1598.
- (93) SHAMSUDDIN, AM.; ULLAH, A. (1989): Inositol hexaphosphate inhibits large intestinal cancer in F344 rats 5 months after induction by azoxymethane. *Carcinogenesis* 10: 625-626.
- (94) SHAMSUDDIN, A.M.; ELSAYED, A.M.; ULLAH, A. (1988): Suppression of large intestinal cancer in F344 rats by inositol hexaphosphate. *Carcinogenesis* 9: 577.
- (95) PRETLOW, TP. O.; RIORDAN, MA., SOMICH, GA., AMINI, SB.; PRETLOW, TG. (1992): Aberrant crypts correlate with tumor incidence in F344 Pretlow 1 rats treated with azoximethane and phytate. *Carcinogenesis* 13: 1509-1512.
- (96) SHAMSUDDIN, A.M. (1992): Phytate and colon-cancer risk. *Am. J. Nutr.* 55: 478.
- (97) SAKAMOTO, J.; VICENIK, I.; SHAMSUDDIN, AM. H. (1993): Phytic acid (inositol hexaphosphate) is absorbed and distributed to various tissues in rats. *J. Nutr.* 123: 713-720.
- (98) THOMPSON, LU.; ZHANG, L. (1991): Phytic acid and mineral: effect on early markers of risk for mammary and colon carcinogenesis. *Carcinogenesis* 12: 2041-2045.
- (99) LEE, HP.; GOURLEY, L.; DUFFY, SW.; ESTEVE, J.; LEE, J.; DAY, NE. (1991): Dietary effects on breast-cancer risk in Singapore. *Lancet* 337: 1197-1200.
- (100) VUCENIK, I.; TOMAZIC, V.J.; FABIAN, D.; SHAMSUDDIN, AM. (1992): Antitumor activity of phytic acid (inositol hexaphosphate) in murine transplanted and metastatic fibrosarcoma, a pilot study. *Cancer Let.* 65: 9-13.
- (101) SAKAMOTO, K.; VENKATRAMAN, G.; SHAMSUDDIN, A.M. (1993b): Growth inhibition and differentiation of HT-29 cells in vitro by inositol hexaphosphate (phytic acid). *Carcinogenesis* 14: 1815-1819.
- (102) VINCENIK, I.; SHAMSUDDIN, A.M. (1994): Inositol hexaphosphate (phytic acid) is rapidly absorbed and metabolized by murine and malignant cells in vitro *J. Nutr.* 124: 861-868.
- (103) VINCENIK, I.; TOMAZIC, V.J.; FABIAN, D.; SHAMSUDDIN, A.M. (1990): Inositol hexaphosphate enhances natural killer activity of mouse and human cells. *Proc. Am. Assoc. Cancer Res.* 31: 247.
- (104) KO, M.; GODIN, DV. (1991): Effects of phytic acid on the myoglobin-t-butylhydroperoxide catalysed oxidation of uric acid and peroxidation of erythrocyte membrane lipids *Mol. Cell. Biochem.* 101: 23.
- (105) THOMPSON, LU.; ZHANG, L. (1991): Phytic acid and minerals: effect on early markers of risk for mammary and colon carcinogenesis. *Carcinogenesis* 12: 2041-2045.
- (106) KENNEDY, A.R. (1995): The evidence for soybean products as cancer preventive agents. *J. Nutr.* 125: 733S-743S.

- (107) ST. CLAIR, W.; BILLINGS, P.; CAREW, J.; KELLER-MACGANDY, C.; NEWBERNE, P.; KENNEDY, A.R. (1990): Suppression of DMH-induced carcinogenesis in mice by dietary addition of the Browman-Birk protease inhibitor. *Cancer Res.* 50: 580-586.
- (108) HWANG, D.L.R.; DAVIS-LIN, K.T.; YANG, W.K.; FOARD, D.D.T. (1977): Purification, partial characterization and immunological relationships of multiple low molecular weight proteinase inhibitors of soybean *Biochim. Biophys. Acta* 495: 1772-1778.
- (109) LIENER, I.E. (1995): Possible adverse effects of soybean anticarcinogens. *J. Nutr.* 125: 744-750.
- (110) ROEBUCK, B.D.; KALITA, P.V.; EDWARDS, B.R.; PRAISSMAN, M. (1987): Effects of dietary fats and soybean protein on azaserine induced pancreatic carcinogenesis and plasma cholecystokinin in the rat. *Cancer Res.* 47: 1333-1338.
- (111) KENNEDY ANN. (1993): Overview; anticarcinogenic activity of protease inhibitors. In: Protease inhibitors as cancer hemopreventive agents (Troll, W. & Kennedy, A.R., eds.) pp. 9-64.
- (112) BINGHAMAM, S.A.; ATKINSON, C.; LIGGINS, J.; BLUCK, I.; COWARD, A. (1998): Phytoestrogens: Where are we now? *Br. J. Nutr.* 79: 393-406.
- (113) FOTSIS, T.; PEPPER, M.; ADLERCREUTZ, H.; FLEISCHMANN, G.; HASE, T.; MONTE-SANO, R.; SCHWEIGERE, L. (1993): Genistein, a dietary derived inhibitor of in vivo angiogenesis. Proceedings of the National Academy of Science. USA. 90: 2690-2694.
- (114) SETCHELL, K.D.R.; CASSIDY, A. (1999): Dietary isoflavones: Biological effects and relevance to human health. *J. Nutr.* 129: 758S-767S.
- (115) ADLERCREUTZ, H.; JONJO, H.; HAGSHI, A.; FOTSIS, HAMELAINEN, E.; HASEGAWA, T.; OKADA, H. (1991): Urinary excretion of lignans and isoflavonoid phytoestrogens in Japanese men and women consuming a traditional Japanese diet. *Am. J. Clin. Nutr.* 54: 1093-1100.
- (116) ADLERCREUTZ, H. (1995): Phytoestrogens: epidemiology and a possible role in cancer protection. *Environ. Health Perspect.* 103: 103-111.
- (117) BARNES, S.; PETERSON, T.G.; GRUBBS, C.; SETCHELL, K.D.R. (1994): Potential role of dietary isoflavones in the prevention of cancer. In: *Diet and cancer: Markes, Prevention and treatment.* Eds. Jacobs, MM. Plenum Press, N.Y. Pp: 135-148.
- (118) PETERSON G. (1995): Evaluation of the biochemical targets of genistein in tumour cells *J. Nutr.* 125: 784S-789S.
- (119) COLEMAN, MP.; ESTEVE, J.; DAMIEKI, P.; ARSLAN, A.; RENARD, S.: Trends in cancer incidence and mortality. *Inter. Agency for research on cancer scientific publications.* N° 121. Lyon. France. IARC Scientific Publications.
- (120) CASSIDY, A. (1996): Physiological effects of phyto-oestrogens in relation to cancer and other human risks. *Proc. Nut. Soc.* 55: 399-417.
- (121) BIGHMAN, S.A. (1996): Epidemiology and mechanisms relating diet to risk of colorectal cancer. *Nutrition Research Reviews* 9: 197-239.

- (122) RAO, A.V.; SUNG, M.K. (1995): Saponins as actiocarcinogens. *J. Nutr.* 125: 717-724.
- (123) MOWER, H.F.; RAY, R.M.; STEMMERMANN, GBN; NOMURA, A.; GLOBER, G.A.; KAMIYAMA, S.; SHIMADA, A. (1975): Fecal bile acids in two japanese populations with different colon cancer risks. *Cancer Res.* 39: 328-331.
- (124) KIRBY, K.S. (1960): Inducction of tumors by tannin extracts. *Br. J. Cancer* 16: 147.
- (125) KORPASY, B. (1961): Tannis a hepatic carcinogen. *Pro. Exp. Tumor Res.* 2: 245.
- (126) ANON (1978): Occupation Safety and Health administration issues tentative carcinogen list.. *C & EB* 56: 20.
- (127) STICH, H.F.; ROSIN, M.P. (1984): Naturally occurring phenolics as antimutagenic and anticarcinogenic agents. In: Nutritional and toxicological aspects of food safety. Friedman, W. Ed. *Ad. Exp. Med. Biol.* 177: 1.
- (128) TANAKA, T.; YOSHIMI, N.; SUGIE, S.; MORI, H. (1992): Protective effects against liver, colon, and tongue carcinogenesis by plant phenols. In: Phenolic Compounds in Food and Their Effects on Health. II Antioxidants and Cancer prevention, Chapter, 26, ACS Symposium Series 507, Huang, M.-T., Ho, C.-T., lee, C.-Y. Eds. Washington D.C. 326 (136).
- (129) LEE, K.H. (1992): Plants phenolics compounds as citotoxic antitumor agents. In: *Phenolic Compounds in Food and their effects on health. II Antioxidants ans Cancer Prevenction*, Chapter, 26, ACS Symposium Series 507, Huang, M.-T.; Ho, C.-T. y Lee, C.-Y. Eds. Washington, D.C., 367 (137).
- (130) JENKINS, D.J.A.; WOLEVER, T.M.S.; TAYLOR, H.; BARKER, H.M. FIELDEN, H. (1980). Exceptionally low blood glucose response to dried beans: comparison with other carbohydrate foods. *British medical Journal* 281: 578-580.
- (131) TROUT, DL.; BEHALL, KM.; OSILESI, O. (1993): Prediction of glycemic index for starehy foods. *Am.. J. Clin. Nutr.* 58: 873-878.
- (132) HO, S.C. (1996): Body measurements, bone mass and factures does the East differ from the West? *Clin. Orthop. Relat. Res.* 323: 75-80.
- (133) FELSON, DT; ZHANG, Y.; HANNAN, MT.; KEIL, DP.; WILSON, PW.; ANDERSON, JJ. (1993): The efect of postmenopausal estrogen therapy on bone density in elderly women. *New England Journal of Medicine.* 329: 1141-1146. (1993).
- (134) CHENG, S.L.; ZHANG, S.F.; NELSON, T.L.; WARLOW, P.M.; CIVITELLI, R. (1994): Stimulation of human osteoblas differentiation and function by Ipriflavone and its metabolites. *Cacif. Tissu Int.* 55: 356-362.
- (135) ARJMANDI, B.H.; ALEKEL, L.; HOLLIS, B.W.; AMIN, D. STACEWICASAPUNTZAKIS, M.; GUO, P.; KUKREJA, S.C. (1996): Dietary soybean protein prevents bone loss in an ovaectomised rat model of osteoporosis. *J. Nutr.* 126: 161-167.
- (136) ERDMAN, JW.; STILLMAN, RJ.; LEE, KF.; POTTER, S.M. (1996): Short term effects of soybean isoflavones on bone in postmenopausal women. *Proceedings of 2nd Internaciona Symposium on the role of Soy in Preventing and Treating Chronic Disease.* St. Louis, Mo: Protein Tecnologies International. Pp 21.

- (137) ARJMANDI, B.H.; ALEKEL, I.; HOLLIS, B.W.; AMIN, D.; SAPUNTZAKIS, M.A.; GUO, M.; KUKREJA, S.C. (1996): Dietary soybean protein prevents bone loss in ovariectomised rat model of osteoporosis. *J. Nutr.* 126: 161-167.
- (138) ERMANN, J. W.; STILLMAN, R.J.; LEE, K.F.; POTTER, S.M. (1996): Short term effects of soybean isoflavones on bone in postmenopausal women. *Proceeding of 2nd international Symposium on the role of soy in Protein Technologies International.*
- (139) LEMANN, J. JR. (1993): Composition of the diet and calcium kidney stones. *N. England. J. Med.* 328: 280-282.
- (140) MODLIN, M. (1967): The aetiology of renal stones: a new concept arising from studies on a stone free population. *Ann. R. Coll. Surg. Engalnd.* 40: 155.
- (141) MODLIN, M. (1980): Urinary phosphorylated inositols and renal stone, *Lancet* 2: 1113.
- (142) OHKAWA, T.; EVISUNO, S.; KITAGAWA, M.; MORIMOT, S.; MIYAZAKI Y YASUKAWA, S. (1984): Rice bran treatment for patiens with hypercalciuric stones; experimental and clinical study. *J. Uro.* 132: 1140-1145.
- (143) CURHAN, G.C.; WILLET, W.C.; RIMM, E.B.; STAMPFER, M.JA. (1993): Prospective study of dietary calcium and other nutrients and the risk of symptomatic kidney stones. *N. Engl. J. Med.* 328: 880.
- (144) UMEZAWA, M.; HOSOKAWA, M.; KOHNO, A.; ISHAKAWA, S.; KITAGAWA, K.; TAKE-DA, T. (1993): Dietary soybean protein compared with casein retards senescence in the accelerated mouse. *J. Nutr.* 123: 1905-1912.